

Ministère de l'agriculture

Institution de la recherche et de  
l'enseignement supérieur



Ministère de l'enseignement  
supérieur et de la recherche  
scientifique

Université de Carthage



Institut National Agronomique de Tunisie  
Département de Génie Rural, Eaux et Forêts

**Spécialité** : Génie Rural, Eaux et Forêts (GREF)

**Option** : Hydraulique Agricole et Aménagement Rural (HAAR)

---

## ***MEMOIRE DE MASTERE***

***Thème :***

### **CONTRIBUTION A L'EVALUATION DES PERFORMANCES DU PERIMETRE IRRIGUE DE RAS JBEL**

---

**Elaboré par** : Intissar FERCHICHI

*Soutenu devant le jury composé de:*

**Mr. Abdelaziz ZAIRI** ..... Président de jury (INRGREF)  
**Mr. Hédi DAGHARI** ..... Encadreur (INAT)  
**Mr. Serge MARLET** ..... Encadreur (CIRAD)  
**Mr. Moncef HAMMAMI** ..... Examineur (ESA Mateur)  
**Mr. Abdelkader HAMDANE** ..... Invité (INAT)  
**Mr. Abdelhamid MNAJJA** ..... Invité (DG/GREE)  
**Mr. Julien BURTE** ..... Invité (CIRAD)

**Année universitaire: 2011-2012**

## **Dédicace**

A mes chers parents, que ce modeste travail soit la récompense de vos sacrifices inestimables et l'expression de toute mon adoration.

A ma chère soeur SABRA et mon cher frère Nabil, merci d'être là et de me supporter durant ces longues années.

A tous mes amis.

A toute ma famille.

## Remerciements

Ce travail de recherche a été effectué dans le cadre du projet PAP-AGIR (Programme d'Actions-Pilotes en Appui aux GDA irrigation), en collaboration avec le Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD) et l'Institut National de Recherche en Génie Rural, Eaux et Forêts en Tunisie (INGREF).

Au terme de ce travail, je tiens à remercier tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à le mener.

Mes vifs remerciements s'adressent particulièrement à Monsieur Hédi DAGHARI, de l'INAT, pour ses directives et ses judicieux conseils et à Monsieur Serge MARLET du CIRAD, pour l'intérêt soutenu avec lequel il a entouré ce travail et qui a mis à ma disposition tous les moyens et les documents afin de l'achever.

Je voudrais exprimer toutes mes reconnaissances à M. Abdelaziz ZAIRI, qui nous a fait l'honneur de présider ce jury.

Mes remerciements particuliers vont également à M. Hammami, M.Mnajja et M.Burt pour avoir examiné ce travail et accepté de faire partie du Jury.

Je souhaite spécialement remercier M. Hamdane pour ses remarques et ses orientations.

Je tiens à remercier l'équipe de PAP AGIR, qui m'ont aidé dans l'accomplissement de ce travail et qui ont contribué à l'avancée de ma réflexion.

Mes remerciements vont également à Mlle. Insaf Cherif, ingénieur au sein du bureau d'étude HAR, qui m'a aidé pour mes blocages dans le SIG et a mis à ma disposition les cartes de la zone.

Je souhaite également exprimer ma reconnaissance à l'équipe du GDA de Ras Djebel, qui m'ont aidé pour la collecte de données et pour le déplacement sur terrain.

Je voudrais aussi remercier ceux qui m'ont aidé au CRDA de Bizerte en particulier M.Gualâoui, et M.Sahbi au sein du CTV de Ras Djebel.

Je tiens à remercier les agriculteurs de Ras Djebel, pour leur patience et pour le temps qu'ils ont consacré pour répondre à mes questions.

Grand MERCI à tous.

## Résumé

Les performances des systèmes irrigués et leur durabilité en Tunisie, sont souvent mises en question. Le point de départ de notre démarche est le constat que les approches disciplinaires qui ont abordé les performances de ces systèmes ne permettent pas d'identifier les déterminants effectifs de l'évaluation, ni de répondre aux attentes des parties prenantes dans ce système. Proposer une approche plus intégrée et innovante dans l'analyse du fonctionnement et l'évaluation des performances, tel est l'objectif principal de ce travail, appliqué sur le périmètre irrigué de Ras Djbel, au nord de la Tunisie.

Notre démarche s'articule en deux étapes principales. La première étape consiste en une analyse diagnostic basée sur les perceptions des agriculteurs du système irrigué. Cette étape nous a permis d'identifier les principales contraintes et leurs effets. En deuxième étape, on a élaboré un système d'évaluation des performances d'un périmètre irrigué basé sur une famille d'indicateurs qui sont issus de la phase diagnostic et identification des problèmes du périmètre. On a identifié trois types d'indicateurs utilisés. Il s'agit des indicateurs pilotes, des indicateurs intermédiaires et des indicateurs élémentaires. Afin de renseigner ces indicateurs, nous avons analysé le potentiel des sondages d'opinion administrés à 120 agriculteurs. Ces enquêtes nous ont permis d'identifier les facteurs déterminants de chaque indicateur. On a combiné aussi, des indicateurs quantitatifs dans le renseignement des indicateurs élémentaires, ces données sont collectées auprès des différentes administrations agricoles.

Notre méthodologie illustre le besoin de changement de posture, des approches normatives classiques, pour la mise en oeuvre de plans d'actions réalisables. Il s'agit d'un appel pour reconnaître la position de l'agriculteur comme un client et le système d'irrigation comme un service, dont l'utilisateur peut juger sa qualité.

**Mots clés:** Evaluation, système irrigué, perception des agriculteurs, indicateurs, enquêtes d'opinion

## **Abstract**

The questions of the performance and durability of irrigation schemes are often raised. Disciplinary approaches dealing with these issues do enable neither identifying the determinants of an effective assessment, nor meeting the expectations of the stakeholders of this system. In this context, the present study sought to narrow these gaps by conducting an integrated and innovative approach of a comprehensive analysis of constraints and structured assessment of the performances of the irrigated system of Ras Djebel, located in north Tunisia. Our approach is composed of two main steps. A diagnostic analysis according to farmer's perception of the irrigation system was first conducted. It enabled us to identify the principal constraints and their effects. In the second step, we developed a system for evaluating the performances of an irrigation system according to a set of indicators identified following the diagnostic analysis. Three families of indicators were identified: pilot indicators, integrated indicators and explanatory indicators. In order to determine these indicators, an opinion poll was administered to 120 farmers. We have combined also, quantitative information in order to determine the integrated indicators, which were collected from different agricultural institutions.

The approach illustrates the need for a posture change, of traditional normative approaches for the implementation of adapted interventions. This is a call to recognize the position of the farmer as a "client" and the irrigation system as a service, which the quality can be evaluated by the users.

**Key words:** Assessment, irrigation system, farmer's perception, indicators, opinion polls.

لطالما كان أداء المناطق السّقوية و إستمراريتها موضوع تساؤل و شكّ. هذه الدراسة تتبع من إستنتاجنا أنّ أغلب الدراسات التي إهتمّت بأداء المناطق السّقوية، لم تتمكّن من تحديد العوامل المؤثّرة على أداء هذه المناطق أو من تلبية توقعات مستعمليها. في هذا الإطار تدرج هذه الدراسة التي تسعى إلى تقديم منهجية جديدة تهدف إلى تقييم أداء المنطقة السّقوية برأس الجبل، التي تقع في شمال البلاد التونسية.

المرحلة الأولى في هذه الدراسة، تتمثل في تقديم تحليل للمشاكل الرئيسية في هذه المنطقة السّقوية، هذا التحليل يركّز في الواقع على المنظور الخاص بالفلاح. أما في المرحلة الثانية، فقد قمنا بإعداد نظام تقييم لأداء المناطق السّقوية يركّز أساسا على مجموعة من المؤشّرات التي تمّ إستخلاصها من مختلف المشاكل التي حدّدها الفلاحون. لقد قمنا أيضا بإستطلاع رأي 120 فلاح بهدف معرفة أسباب رضائه أو عدمه عن أداء المنطقة السّقوية برأس الجبل.

هذه المنهجية تهدف إلى توضيح مدى الحاجة إلى تغيير المناهج الكلاسيكية المعتمدة، من أجل التمكن من تطوير و تحسين أداء المناطق السّقوية. فهي دعوة للإعتراف بالفلاح كزبون و نظام التزويد بمياه الريّ كخدمة، يستطيع مستعملها الحكم على جودتها.

**الكلمات المفتاحية:** أداء، المنطقة السقوية، الفلاح، المؤشرات واستطلاع الرأي.

## Sommaire

*Introduction générale et problématique (présentation des questionnements scientifiques et de la problématique)..... 1*

*PARTIE I: Etat de connaissances autour des approches méthodologiques d'évaluation des performances des systèmes irrigués et objectifs du travail..... 3*

**Chapitre I: Approches méthodologiques d'évaluation des performances des systèmes irrigués ..... 3**

I. Evaluation des performances des systèmes irrigués selon le point de vue de l'expert ..... 3

I.1. Approches normatives ou "Top down approaches" ..... 3

I.1.1. Performance hydraulique..... 3

I.1.2. Performance agronomique..... 4

I.1.3. Performance environnementale et sociale ..... 4

I.2. Approches multidisciplinaires..... 5

I.3. Approches participatives ..... 6

II. Evaluation des performances des systèmes irrigués selon le point de vue de l'administration et des décideurs de la politique publique..... 7

II.1. Politique publique: Objectifs et stratégies ..... 7

II. 2. Système de Suivi et Evaluation des Périmètres Agricoles Irrigués en Tunisie ..... 8

II.2.1. Présentation des indicateurs d'évaluation définis par la DG/GREE..... 8

II.2.2. Analyse critique du système..... 8

III. Evaluation des performances des systèmes irrigués de point de vue des agriculteurs.... 9

III.1. Evaluation des performances des SI du point de vue de l'agriculteur (en tant que producteur dans le système irrigué)..... 9

III.2. Evaluation de la performance du service de livraison d'eau du point de vue de l'agriculteur (en tant que client dans le système irrigué) ..... 10

**Chapitre II: Présentation des objectifs du travail ..... 13**

I. Objectif général..... 13

II. Objectifs spécifiques..... 13

III. Justification de l'étude ..... 13

<b>DEUXIEME PARTIE : MATERIELS ET METHODES .....</b>	<b>14</b>
<b>Chapitre I : Description de la zone d'étude.....</b>	<b>14</b>
I. Présentation du périmètre de Ras Djebel .....	14
I.1. Caractérisation du périmètre .....	14
I.2. Historique du périmètre.....	15
I.3. Climat .....	16
I.4. Sols du périmètre.....	17
I.5. Statuts fonciers (morcellement/urbanisation /extension) .....	17
I.6. Ressources en eau souterraines : La nappe phréatique de Ras Djebel .....	19
I.6.1 Description de l'acquière .....	19
I.6.2. Estimation des termes décrivant la situation de la nappe .....	19
I.6.2.1. Estimation des ressources renouvelables .....	19
I.6.2.2. Estimation de l'exploitation de la nappe.....	20
I.6.2.3. Estimation de la salinité et de la piézométrie.....	20
I.6.3. Description de l'évolution de la situation de la nappe.....	20
I.7. Ressources en eau de surface .....	22
I.8. Réseau de distribution et de gestion .....	24
I.8.1. Comptage de l'eau : un système de comptage très précis VS. Un système d'évaluation forfaitaire.....	26
I.9. Cultures pratiquées et les pratiques agricoles .....	28
II. Détermination des besoins en eau dans le périmètre irrigué de Ras Djebel.....	30
II.1. Cultures pratiquées actuellement dans le périmètre de Ras Djebel .....	30
II.2. Evapotranspiration de référence ET0.....	30
II.3. Evaluation des besoins en eau.....	31
II.4. Calcul de la pluie efficace .....	31
II.5. Résultats du calcul du besoin en eau des cultures.....	32
<b>Chapitre II: Perception des agriculteurs des différents problèmes dans le périmètre de Ras Djebel .....</b>	<b>33</b>
I. Entretiens semi structurés .....	33
I.1. Gestion .....	33
I.1.1. Comptage par estimation .....	33
I.1.2. Borne foyer .....	34
I.2. Qualité de l'eau de SECADENORD.....	36



I.3. Techniques d'irrigation .....	36
I.4. Prix d'eau .....	37
I.5. Maintenance du système irrigué.....	38
I.6. Qualité de l'eau souterraine à Ras Djebel .....	39
I.7. Recharge artificielle de la nappe .....	41
I.8. Charges des intrants .....	41
I.9. Difficultés de commercialisation.....	42
II. Ateliers participatifs .....	43
II.1. Méthodologie .....	43
II.2. Résultats des ateliers participatifs .....	45
III. Comparaison entre les deux méthodes : les entretiens semi-directifs et les ateliers participatifs .....	46
<b>Chapitre III: Conception d'un système d'évaluation des performances d'un périmètre irrigué.....</b>	<b>50</b>
I. Principes de l'évaluation des performances du système irrigué.....	50
I.1. Evaluer quoi?.....	50
I.2. Limites du système irrigué .....	50
I.3. Evaluer pour quoi? .....	50
I.4. Evaluer selon quel point de vue?.....	51
I.5. Evaluer comment?.....	51
II. Procédure .....	51
II.1. Description et choix des indicateurs .....	51
II.2. Qualités requises des indicateurs .....	52
II.3. Acquisition des données .....	52
II.3.1. Indicateurs d'opinion .....	52
II.3.1.1. Procédure de renseignement des indicateurs de pilotage et des indicateurs intermédiaires .....	52
II.3.1.2. Procédure de renseignement des indicateurs élémentaires.....	54
II.3.1.3. Procédure de travail sur terrain.....	54
II.3.2. Indicateurs quantitatifs .....	54
II.4. Exploitation des données .....	54
II.5. Analyse statistique .....	59



<b>Chapitre II: Discussion et synthèse .....</b>	<b>90</b>
I.1. Retour sur la démarche méthodologique.....	90
I.1.1. Sondage d'opinion.....	90
I.1.2. Utilisation des indicateurs quantitatifs .....	90
I.2. Synthèse de la situation du périmètre de Ras Djebel .....	91
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>93</b>
<b>Références Bibliographiques.....</b>	<b>95</b>

# Liste des tableaux

## Partie I

Tableau 1.1: Les indicateurs de performance définis par la DG/GREE (DG/GREE, 2009).....	8
---	---

## Partie II

Tableau 2.1: Evolution de la mobilisation des eaux de la nappe.....	21
Tableau 2.2 : Les caractéristiques des trois lac collinaires.....	23
Tableau 2.3: Comptage de l'eau par le CRDA.....	27
Tableau 2.4: Occupation du sol du PPI Ras Djebel de 2008-2010.....	28
Tableau 2.5: Superficies des cultures du PPI de Ras Djebel.....	30
Tableau 2.6: L'évapotranspiration de référence ET <sub>0</sub> .....	30
Tableau 2.7: calcul de la pluviométrie efficace.....	31
Tableau 2.8: Besoin net calculé des cultures du périmètre irrigué de Ras Djebel (m <sup>3</sup> /ha).....	32
Tableau 2.9: les contraintes principales identifiées par les agriculteurs lors des ateliers.....	46
Tableau 2.10: Les contraintes du périmètres identifiées par les entretiens et les ateliers.....	47
Tableau 2.11. Les indicateurs pilotes et intégratifs, et les déclarations.....	57
Tableau 2.12: Les indicateurs quantitatif utilisés.....	59

## Partie III

Tableau 3.1 : Présentation des problèmes les plus importants.....	61
Tableau 3.2: Moyenne de l'index de satisfaction relatif aux indicateurs pilotes, selon les 7 facteurs significatifs.....	62
Tableau 3.3: Moyenne de l'index de satisfaction relatif aux indicateurs pilotes, selon les 7 facteurs significatifs.....	64
Tableau 3.4: Moyenne de l'index de satisfaction des agriculteurs relatif aux indicateurs globaux, pour les facteurs : secteur d'irrigation, nombre d'usagers de bornes foyer et statut foncier.....	66
Tableau 3.5: Moyenne de l'index de satisfaction relatif aux 25 indicateurs intégrateurs, selon les deux facteurs nombre de bornes individuelles et statut foncier.....	67
Tableau 3.6 : Nombre de sites de recharge par secteur.....	75
Tableau 3.7: Evolution du volume de recharge de la nappe de Ras Djebel (2007-2011).....	75
Tableau 3.8 : Performance de livraison d'eau WDP (2007-2010).....	76
Tableau 3.9 : Rendement des cultures principales du périmètre.....	79
Tableau 3.10: Taux d'adhésion au GDA (2009-2011).....	83
Tableau 3.11 : Taux d'exploitation du réseau par secteur en 2010.....	83
Tableau 3.12 : Evolution du taux des volumes d'eau facturés avec un tarif réduit..... (2007-2011).....	86 86
Tableau 3.13 : Evolution de l'endettement des agriculteurs (2008-2009).....	88
Tableau 3.14 : Couverture des charges de l'exploitation et de la maintenance du réseau.....	88

## Liste des figures

### Partie II

Figure 2.1: Localisation du périmètre irrigué de Ras Djebel (HAR, 2010) .....	14
Figure 2.2 : Historique du périmètre irrigué de Ras Djebel .....	15
Figure 2.3: Pluviométrie annuelle de Ras Djebel de 1979-2004 [DGRE, 2004] .....	16
Figure 2.4: Carte pédologique de Ras Djebel (Cartes Agricoles régionales, 2011) .....	17
Figure 2.5: Répartition des superficies cumulées des exploitations de la zone d'étude .....	18
Figure 2.6: La nappe de Ras Djebel [Hamza et al, 2008] .....	19
Figure 2.7 : Répartition des puits et des sites de recharge dans le périmètre de Ras Djebel.....	22
Figure 2.8 : Schéma de l'infrastructure hydraulique du projet Ras Djebel/Gâalat Andlous .....	23
Figure 2.9 : Le réseau collectif d'alimentation en eau d'irrigation du périmètre de Ras Djebel	25
Figure 2.10 : Les techniques d'irrigation dans le périmètre de Ras Djebel [CRDA, 2010] .....	26
Figure 2.11 : Comparaison entre le volume d'eau relevé par le GDA et le volume d'eau facturé par le CRDA (2007-2010) .....	27
Figure 2.12 : Carte d'occupation du sol du PPI Ras Djebel .....	29
Figure 2.13 : $E_t$ et pluie efficace .....	31
Figure 2.14: Système d'irrigation gravitaire.....	37
Figure 2.15 : Exemple d'une fuite dans l'un des ouvrages .....	39
Figure 2.16 : Exemple d'un agriculteur qui fait le mélange dans les conduites .....	40
Figure 2.18: Les étapes de déroulement des ateliers participatifs .....	45
Figure 2.17: Ateliers participatifs avec les agriculteurs du PI de Ras Djebel .....	45
Figure 2.19 : Listing et hiérarchisation des problèmes, identification des facteurs et des voies de solution. ....	46
Figure 2.20 : Les trois groupes d'indicateurs utilisés.....	52
Figure 2.21 : Echelle utilisée pour la mesure de l'intensité de satisfaction des agriculteurs .....	53
Figure 2.22 : Support visuel pour l'ordre de l'importance du problème .....	53
Figure 2.23 : les indicateurs descriptifs, les indicateurs pilotes .....	56

### Partie III

Figure 3.1. Variation de la moyenne de l'index de satisfaction relatif à la qualité du service de l'eau en fonction du secteur d'irrigation .....	69
Figure 3.2: Variation de l'index de satisfaction global selon le statut foncier.....	70
locataire et propriétaire .....	70
Figure 3.3: Variation de l'index de satisfaction relatif à la qualité de l'eau .....	70
souterraine selon le nombre de bornes individuelles .....	70
Figure 3.4. Variation de l'index de satisfaction en fonction de la question .....	71

Figure 3.5: Variation de l'index de satisfaction en fonction des indicateurs relatifs à la qualité du service de l'eau.....	71
Figure 3.6. Salinité moyenne annuelle de l'eau d'irrigation du réseau de Ras Djebel.....	73
Figure 3.7. Salinité moyenne mensuelle de l'eau d'irrigation du périmètre de Ras Djebel .....	74
Figure 3.8. Evolution du nombre de puits exploités .....	74
Figure 3.9 : Variation de l'index de satisfaction en fonction des indicateurs de performances des exploitations agricoles .....	76
Figure 3.10: Occupation du sol du périmètre irrigué de Ras Djebel .....	78
Figure 3.11. Coût relatif de l'eau, des intrants et de la main d'œuvre par ha.....	79
Figure 3.12: Variation de l'index de satisfaction en fonction du nombre des .....	80
usagers de borne foyer .....	80
Figure 3.13. Variation de l'index de satisfaction en fonction des indicateurs relatif à la qualité du processus interne du GDA .....	81
Figure 3.14 : Efficience de distribution du réseau (%).....	84
Figure 2.15. répartition des casses par secteur .....	85
Figure 3.16 : Rapport entre le volume d'eau relevé par le GDA et le volume d'eau .....	86
facturé par le CRDA .....	86
Figure 3.17: Pourcentage de bornes équipées de compteurs fonctionnels .....	87
Figure 3.18 : Evolution du taux de recouvrement (2008-2010) .....	87
Figure 3.19. Bilan financier du GDA (2008-2010) .....	88
Figure 3.20. Evolution de l'endettement du GDA au CRDA .....	89

## **Liste des annexes**

**Annexe 1:** Liste exhaustive des indicateurs de performances des systèmes irrigués

**Annexe 2:** Liste des indicateurs de performances de la DG/GREE

**Annexe 3:** Calcul du besoin en eau

**Annexe 4:** Méthodologie des entretiens semi-directifs

**Annexe 5:** Liste des indicateurs élémentaires du système d'évaluation des performances

**Annexe 6:** Sondage d'opinion (en langue arabe)

**Annexe 7:** Présentation de l'ordre d'importance de 25 indicateurs intégrateurs selon les agriculteurs

**Annexe 8:** Présentation des 85 indicateurs élémentaires relatives aux 25 indicateurs intégrateurs

## Liste des abréviations

<b>AIC:</b>	Association d'Interêt Collectif
<b>APIA:</b>	Agence de Promotion des Investissements Agricoles
<b>BEC:</b>	Besoin en eau des cultures
<b>Bn:</b>	Besoin net en eau d'irrigation
<b>CRDA:</b>	Commissariat Régional de Développement Agricole
<b>CTV:</b>	Cellule de Vulgarisation
<b>EA:</b>	Exploitation agricole
<b>ET<sub>0</sub>:</b>	Evapotranspiration de référence
<b>ETM:</b>	Evapotranspiration maximale
<b>FAO:</b>	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
<b>GAG:</b>	Goutte à goutte
<b>GDA:</b>	Groupement de Développement Agricole
<b>IS:</b>	Index de Satisfaction
<b>Kc:</b>	Coefficient cultural
<b>MGL:</b>	Modèle général linéaire
<b>P<sub>moy</sub>:</b>	Pluie moyenne
<b>Pe:</b>	Pluie efficace
<b>PPI:</b>	Périmètre Public Irrigué
<b>SI:</b>	Système Irrigué
<b>DG/GREE:</b>	Direction Générale de Génie Rural et de l'Exploitation des Eaux
<b>DGRE:</b>	Direction Générale des Ressources en Eau
<b>PAP-AGIR:</b>	Programme d' Actions-Pilotes en Appui aux GDA irrigation
<b>PISEAU I:</b>	Projet d'Investissement dans le secteur de l'eau- Phase I.
<b>PRA:</b>	Participatory Rural Appraisal (évaluation rurale participative)
<b>SECADENORD:</b>	Société d'Exploitation du Canal et des Adductions des Eaux Du Nord
<b>RAP:</b>	Rapid Assesment Procedures (Processus d'Evaluation Rapide)
<b>RWS:</b>	Approvisionnement relatif en eau (Relatif Water Supply)
<b>WDP:</b>	Performance de livraison d'eau (Water Delivery Performance)



## **Introduction générale et problématique (présentation des questionnements scientifiques et de la problématique)**

---

### **Introduction**

Dans sa politique publique hydraulique, la Tunisie a choisi dès les années 1950 de s'orienter vers les grands ouvrages comme levier de développement. Elle s'est pourvue d'une importante infrastructure de stockage, de transfert et de mobilisation de l'eau, qui s'accompagne avec la création d'organismes publics, maîtres d'œuvres des politiques d'aménagement. Cette période a été marquée par une politique d'offre où la construction et l'aménagement des périmètres irrigués dominant sur la qualité et la durabilité de leurs gestion, ce qui a amené à une crise hydraulique majeure qui se manifeste d'une part par la surexploitation de la ressource en eau et la dégradation de sa qualité et d'autre part par la compétition croissante entre les différents usagers de l'eau (agriculture, tourisme, industrie...). Remettant en cause la part prépondérante de l'agriculture dans l'utilisation des ressources en eau, il y a eu une réorientation des politiques hydrauliques dès les années 1990. L'état a cherché à assurer un équilibre entre l'offre et la demande en eau à travers la mise en place d'un programme d'amélioration de l'efficacité des systèmes irrigués, la responsabilisation des usagers en transférant l'exploitation et la gestion vers des associations des agriculteurs et l'instauration d'une politique de tarification de l'eau (Lebdi et al, 2003; Al Atiri, 2005; Bachta et al, 2006; Marlet et al, 2006).

Malgré ces investissements, la productivité des ressources utilisées reste loin du potentiel et la durabilité des systèmes irrigués est mise en question. L'amélioration de l'efficacité de l'irrigation et la productivité de l'eau est une étape nécessaire pour résoudre la crise de pénurie d'eau, ainsi que les problèmes et les pressions exercées sur les ressources en eau. D'où l'intérêt de l'évaluation des performances des systèmes irrigués, qui prend en charge la planification et la mise en œuvre de tout projet d'amélioration. Elle permet de s'interroger sur les facteurs qui influencent les performances d'un périmètre irrigué et sur l'adaptabilité des interventions aux spécificités locales et au contexte social et historique.

Notre objectif de recherche s'inscrit dans ce contexte, il s'agit de concevoir et tester une méthodologie pour qualifier les performances des périmètres publics irrigués. L'originalité de notre démarche, consiste à reconnaître la position de l'agriculteur dans le système irrigué, dont les priorités diffèrent de celles du gestionnaire, en introduisant une nouvelle approche d'évaluation basée sur les opinions des usagers. Dépasse les approches techniques qui négligent l'acteur principal qui est l'agriculteur, cette démarche est fondée sur les opinions des usagers tout en prenant en considération leurs caractéristiques et spécificités.

La compréhension du fonctionnement de ce système présente une première étape essentielle dans notre travail, suivie de l'identification des principales contraintes perçues par les agriculteurs et les gestionnaires du périmètre pour aboutir à la fin à l'évaluation du système irrigué et la caractérisation des perceptions des agriculteurs autour des performances du périmètre, en posant les deux questions suivantes:

- ➡ Quelles sont les attitudes des agriculteurs vis à vis les performances du périmètre?
- ➡ Quels sont les facteurs qui ont une influence sur les performances du périmètre aux yeux des agriculteurs, permettent-elles de ressortir les causes des problèmes?

Cette démarche a été appliquée au périmètre irrigué de Ras Djebel, de superficie 1987 ha, situé au nord de la Tunisie et rattaché au gouvernorat de Bizerte. C'est un périmètre de sauvegarde, crée pour parer à la surexploitation de la nappe. Pour ce faire, nous avons scindé notre étude en six parties:

- Revue bibliographique
- Etude des différentes composantes du périmètre irrigué
- Identification des principales contraintes en se basant sur le discours des agriculteurs
- Construction d'un cadre conceptuel d'évaluation en se basant sur des indicateurs qualifiés de "quantitatifs" et des indicateurs basés sur l'opinion des usagers.
- Présentation des principaux résultats
- Discussion de ces résultats

## **PARTIE I: Etat de connaissances autour des approches méthodologiques d'évaluation des performances des systèmes irrigués et objectifs du travail**

### **Chapitre I: Approches méthodologiques d'évaluation des performances des systèmes irrigués**

---

#### **Introduction**

Cette partie est consacrée à une revue des diverses approches existantes pour l'étude de l'évaluation des performances des systèmes irrigués. Elle vise à replacer l'analyse d'un périmètre irrigué dans son contexte disciplinaire et justifier le choix de notre approche. Dans un premier temps, nous nous détaillons les méthodes d'évaluation et leurs limites.

De nombreux travaux se sont intéressés à l'étude des performances des systèmes irrigués et montrent une forte diversité selon le point de vue porté par l'évaluateur. L'évaluation de la performance d'irrigation définie par le degré auquel une organisation de production ou de services répond aux besoins de ses usagers et l'efficacité avec laquelle elle utilise les ressources mises à sa disposition. La réalisation de ces objectifs est mesurée selon un ou plusieurs paramètres qui sont choisis comme indicateurs des objectifs du système (Gorantiwar et al, 2006). Le choix de chaque indicateur dépend de son utilité, de la difficulté de collecte de données et de la fiabilité de celles-ci.

#### **I. Evaluation des performances des systèmes irrigués selon le point de vue de l'expert**

##### **I.1. Approches normatives ou "Top down approaches"**

Une large part des travaux sur l'évaluation des performances des systèmes irrigués prennent un point de vue classique basé sur les aspects techniques de l'irrigation. Il s'agit pour l'essentiel, de travaux prenant une perspective issue des disciplines hydraulique et agronomique (e.g. Bos, 1997; Bos et al, 2005; Burt et al, 1997; Clemmens et Molden, 2007; Rao, 1993). Ces approches qualifiées d'approches normatives, sont appelées aussi "*Top down approaches*" ou les approches biophysiques.

##### **I.1.1. Performance hydraulique**

La pérennité des systèmes d'irrigation a souvent été liée aux problèmes de gestion et d'entretien des infrastructures collectives (Legoupil et al, 2000), de ce fait, l'aspect technique a fortement marqué le développement de l'irrigation qui a été longtemps assimilée à l'hydraulique et au génie rural de façon générale (Ghazouani, 2009). L'objectif principal du dimensionnement et de la gestion des systèmes d'irrigation est d'optimiser l'efficacité d'utilisation et la productivité agricole de l'eau. L'évaluation de performance d'irrigation est souvent basée sur la détermination du bilan d'eau, et de la destinée de diverses fractions de l'eau appliquée (Burt et al, 1997).

➤ **Performance de livraison d'eau**

La performance de la livraison d'eau est évaluée sur la base de l'adéquation entre l'offre et la demande, en employant des indicateurs tels que la performance de livraison d'eau (WDP) et l'approvisionnement relatif en eau (RWS). Parfois, d'autres termes sont utilisés tel que l'efficacité d'utilisation d'eau, la prévisibilité et la fiabilité (Rao, 1993).

➤ **Performance de l'utilisation de l'eau livrée**

La performance du système irrigué est déterminée par l'efficacité avec laquelle l'eau est déviée, transportée et appliquée, et par l'uniformité et la fiabilité de l'application dans chaque domaine dans l'exploitation. En s'appuyant sur des indicateurs tel que l'efficacité de transport d'eau, l'efficacité de distribution d'eau et l'efficacité d'application d'eau à la parcelle, plusieurs chercheurs ont montré que ces indicateurs permettent d'améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau dans le projet dans son ensemble en indiquant 'si' et 'où ' des mesures correctives sont nécessaires (eg, Bos, 1997; Bos et Nugteren, 1990; Burt et al, 1997; Jensen, 2007; Molden, 2004). La fiabilité de distribution de l'eau est mesurée à travers la fiabilité de la durée et la fiabilité d'intervalle d'irrigation, ces indicateurs indiquent à quel point le système irrigué et sa livraison d'eau satisfait les attentes des usagers. Elle inclut aussi le concept de prévisibilité du débit comme indiqué dans le calendrier de livraison d'eau ou le plan opérationnel (Rao, 1993).

➤ **Maintenance du système irrigué**

L'entretien des systèmes irrigués vise à maintenir les canaux et les infrastructures du contrôle d'eau dans des bonnes conditions opérationnelles, ainsi qu'à minimiser les fuites et les bouchages (Bos et al, 2005). En suivant le changement du niveau d'eau ou la pression de l'eau dans les canaux à travers le temps, on peut établir des critères qui vont indiquer quand le nettoyage ou la réhabilitation des canaux est nécessaire.

### **I.1.2. Performance agronomique**

Cette approche a été souvent orientée vers l'évaluation de l'efficacité de l'utilisation de l'eau d'irrigation par rapport au rendement agronomique. Visant à maximiser le rendement des cultures sous contraintes en optimisant leurs satisfaction des besoins en eau, plusieurs travaux ont mesuré l'efficacité agronomique définie par le rapport entre le rendement potentiel et l'eau utilisée pour la production de biomasse par unité de surface (Bos et al, 2005; Facon, 2006). Ces indicateurs permettent de mener une réflexion sur l'efficacité de l'irrigation en fonction non seulement de la technique d'irrigation mais aussi des caractéristiques agronomiques de la culture et des relations eau-sol-plante (Fernandez et al, 2010). D'autres travaux ont tenté d'intégrer une dimension environnementale afin d'expliquer le rendement des cultures, ils ont débouché vers l'étude de l'impact de la salinisation et la sensibilité des cultures. Mais la plupart de ces études ont été établis dans des milieux contrôlés moins complexes que les milieux réels (Ghazouani, 2009).

### **I.1.3. Performance environnementale et sociale**

- **Performance environnementale:** Des travaux ont été consacrées à l'évaluation des risques de salinisation des sols et d'autres étaient orientées vers l'établissement de règles de dimensionnement des réseaux d'irrigation et de drainage.

- **Performance sociale:** La gestion de l'eau est clairement «un processus social» et non pas seulement un problème de conception et de captage de l'eau (hydraulique) ou de relation eau-sol-plante (préoccupations agronomiques). Même si un système d'irrigation est soumis à des lois hydrauliques et hydrologiques, lorsqu'il est géré par des agriculteurs, il obéit avant tout aux lois et règles sociales du groupe qui l'utilise. Ainsi, le problème fondamental réside dans l'organisation paysanne autour du partage de l'eau (Sabatier, 1992 cité par Jolly, 2002).

On a présenté les indicateurs les plus utilisées, dans chacune des disciplines discutées ci-dessus dans l'annexe1.

Comme le précisent plusieurs travaux, les systèmes irrigués demandent aujourd'hui des approches de différentes origines et plus seulement l'hydraulique agricole. En effet, l'approche normative repose sur des hypothèses concernant le comportement des acteurs, alors que la multiplicité des objectifs réels de ces acteurs dans un système irrigué met en doute la pertinence de l'utilisation de telle approche (Barreteau, 1998).

## **I.2. Approches multidisciplinaires**

Devant l'incapacité des approches biophysiques à traiter l'évaluation des performances de l'irrigation, une nouvelle approche s'est imposée, il s'agit de l'approche pluridisciplinaire qui mobilise les acquis de plusieurs disciplines (hydraulique, agronomie, économie, sciences sociales).

Parmi ces approches, on distingue l'analyse comparative appelée aussi le "*Benchmarking*" ou l'étalonnage comparatif. Il s'agit d'un processus systématique qui permet d'achever une amélioration continue dans le secteur d'irrigation à travers des comparaisons avec des standards réalisables et pertinents ou des objectifs externes ou internes fiables (Facon, 2006 ; Malano et al, 2001; Burton et al, 2000). Cette approche permet de comparer à quel point un système irrigué est performant relativement à d'autres systèmes qui sont dans la même situation et de déterminer les facteurs occasionnant le décalage entre les performances réelles et les performances attendues (Molden et al, 1998). Elle est utilisée aussi afin d'identifier où on peut améliorer la performance du système (Burton et al, 2000). Le *Benchmarking* est identifié aussi comme un diagnostic externe qui, à travers l'application des indicateurs externes, permet d'évaluer les sorties "*outputs*" et les impacts des pratiques de gestion d'irrigation et des interventions au niveau du système d'irrigation (Kloezen et al, 1998). La difficulté majeure rencontrée dans cette analyse est l'incertitude impliquée dans le calcul de ces indicateurs. Elle tient en particulier à la fiabilité des données qui ne sont pas mesurées directement, mais proviennent souvent de sources secondaires ou d'estimations (Kloezen et al, 1998; Molden et al, 1998).

D'autres approches multidisciplinaires se sont intéressé aux dimensions physiques et institutionnelles du système irrigué, tel que le Processus d'Evaluation Rapide (RAP). L'évaluation rapide est constituée d'une série systématique de procédures pour diagnostiquer les performances et les niveaux du service dans un système irrigué (Burt, 2007). La méthodologie de cette approche consiste à considérer que le système fonctionne sous un ensemble de contraintes physiques et institutionnelles, et se concentre sur l'évaluation des processus et les services sur tous les niveaux du système (Facon, 2006). C'est un outil important pour les décideurs afin de déterminer rapidement les indicateurs clés du périmètre en vue d'identifier et

de classer par priorité les améliorations et les modernisations possibles (Bos et al, 2005). En effet, les évaluations des SI se concentrent souvent sur une vision globale qui considère les intrants (eau, main d'œuvre, coûts globaux, etc.) et les résultats d'un système (récoltes, recouvrement des coûts). Bien que cette vision soit importante, elle ne procure aucune vue interne sur les composantes du système qui doivent être améliorées. Par conséquent, un diagnostic rigoureux doit fournir un examen des processus internes aussi bien que des résultats obtenus. C'est pourquoi le RAP intègre des indicateurs internes et externes. Tandis que les indicateurs internes s'intéressent à la cohérence du fonctionnement du système d'irrigation, l'adéquation entre les objectifs fixés et les moyens et les matériels au sein du système (Facon, 2006; Renault et al, 2006), les indicateurs externes examinent les entrées et les sorties d'un ensemble de système sous forme de ratios ou des pourcentages. L'avantage de cette approche réside dans sa capacité à former rapidement une idée sur le fonctionnement du système et de pointer rapidement vers l'origine du dysfonctionnement afin de prendre des actions rapides et collectives. Néanmoins, elle s'appuie sur les compétences de l'évaluateur, de nombreux résultats sont subjectifs et trompeurs.

D'autres approches multidisciplinaires ont intégré partiellement le point de vue de l'agriculteur tel que l'approche MASSCOT: Mapping System and Services for Canal Operation Techniques: Système de cartographie et de services de fonctionnement technique de canaux. Elle permet d'effectuer une série complète de diagnostic des indicateurs de performance internes et externes et la conception de solutions pratiques pour améliorer la gestion et la fonctionnalité du système. Tout en intégrant le RAP et dans une moindre mesure l'analyse comparative, elle complète ces deux en se concentrant sur l'amélioration du processus de fonctionnement du canal pour une gestion de service orientée. Ainsi, comme le RAP, MASSCOT s'intéresse aux indicateurs externes et internes mais c'est une approche tridimensionnelle qui se concentre aussi sur le développement de solutions à partir du diagnostic des impacts et des processus (Renault et al, 2006) et sur la modernisation de la gestion tout en considérant les usagers comme des acteurs centraux (Renault et al, 2007). En effet, l'évaluation de la qualité du service aux usagers s'établit en termes d'adéquation (capacité du service actuel à satisfaire les besoins en eau agricoles), équité, fiabilité et flexibilité (variation du service selon la saison et la location) du service.

### **I.3. Approches participatives**

La deuxième particularité du système irrigué est son caractère interdisciplinaire (Barreteau, 1998). Les systèmes irrigués sont le produit de l'histoire d'un réseau, d'individus et d'organisations. Les interactions entre les différentes composantes étudiées sont nombreuses ce qui rend ces approches pluridisciplinaires plus compliquées et plus coûteuses. A cela s'ajoute une caractéristique propre qui n'est pas prise en compte par les approches multidisciplinaires, c'est l'existence de contraintes fortes et partagées entre les acteurs du système due à la présence de l'eau (Molle et Ruf, 1994). Aujourd'hui, une nouvelle approche scientifique propose d'aller encore plus loin, en faisant se concerter les acteurs, depuis le simple usager jusqu'aux représentants des institutions locales, régionales et nationales : il s'agit de l'approche participative (Imache, 2008), qui est essentiellement basée sur la perceptions des agriculteurs. En effet, la participation est encore menée plus loin, en donnant la priorité aux agriculteurs, ce qui permet un partage plus grand du pouvoir entre les parties prenantes à travers la reconnaissance de leurs expériences et leurs perceptions.

## **II. Evaluation des performances des systèmes irrigués selon le point de vue de l'administration et des décideurs de la politique publique**

L'administration vise en général à mesurer la réalisation des objectifs de développement régional et de production assignés à l'agriculture irriguée, qui sont définis dans le cadre de sa stratégie nationale. La comparaison entre les différents systèmes irrigués est une approche souvent appliquée par l'administration, même si ces systèmes sont caractérisés par des processus et des objectifs de gestion différents. En effet, l'évaluation de leurs performances relatives aux critères basés sur l'efficacité de l'utilisation des ressources (terres, eau, finances, ...) joue un rôle important dans la formulation des différentes politiques et dans l'allocation des ressources financières (Bos et al, 2005). Dans ce cadre, il s'avère essentiel de présenter les différents objectifs de la stratégie nationale en Tunisie ainsi qu'un exemple de suivi de ces stratégies, qui est le Système de Suivi et Evaluation des Périmètres Agricoles Irrigués en Tunisie, élaboré par la DG/GREE.

### **II.1. Politique publique: Objectifs et stratégies**

La question de l'eau en Tunisie a passé d'une problématique marquée par les aspects de mobilisation et de développement des ressources en eau à une problématique d'exploitation et de gestion de la demande en eau (Hamdane, 2002). Ainsi, plusieurs réformes ont été engagées en vue d'améliorer la gestion de l'eau agricole et la rationalisation de son utilisation. Ces réformes sont axées principalement sur:

- L'amélioration de l'efficacité des réseaux collectifs à travers la réhabilitation et la modernisation des systèmes d'irrigation collectifs

A travers des projets de modernisation et d'amélioration des périmètres irrigués, l'état convoite la sécurisation et la continuité de la fourniture de l'eau par la réduction des pannes et des pertes d'eau. Cette stratégie a pour objectifs d'assurer l'économie de l'eau à l'échelle de la parcelle en fournissant l'eau aux agriculteurs dans des conditions adéquates de pression et de débit et de renforcer l'utilisation des techniques d'économie de l'eau à la parcelle (Al Atiri, 2005).

- L'amélioration de l'efficacité des systèmes d'irrigation individuels

L'état a lancé depuis 1995 un Programme National d'Economie d'Eau en Irrigation, qui vise à améliorer l'efficacité des systèmes d'irrigation au niveau de la parcelle, maîtriser la demande en eau et assurer une meilleure valorisation économique de l'eau (Al Atiri, 2006). Ce programme repose sur un système d'incitation financière pour la promotion des équipements et de technologies économes en eau (Mouri et Marlet, 2007). Il a eu un impact considérable sur l'évolution des superficies irriguées avec des techniques d'économie d'eau et sur l'amélioration des rendements de l'agriculture irriguée.

- Le développement du rôle des associations d'usagers sur l'ensemble des périmètres publics irrigués

A partir de 1992, une stratégie nationale a été mise en œuvre afin de promouvoir la gestion participative (Al Atiri, 2006). Cette stratégie s'appuie sur le transfert de la gestion des périmètres publics irrigués aux associations des usagers d'eau, successivement dénommée Association d'Intérêt Collectif (AIC), Groupement d'Intérêt Collectif (GIC), puis actuellement Groupement de Développement Agricole (GDA).

- La réforme de la tarification de l'eau d'irrigation en tant qu'instrument de recouvrement des coûts, mais surtout comme outil de gestion et d'aide à la décision par laquelle la politique agricole rationalise l'exploitation des ressources en eau

La tarification de l'eau d'irrigation dans les PPI était une pratique très répandue, mais le niveau des redevances était souvent très faible afin d'inciter les agriculteurs à développer l'agriculture irriguée et à intensifier leurs pratiques agricoles (Hamdane, 2002). Mais, cette politique ne permet pas aux associations et à l'administration d'équilibrer leurs budgets d'exploitation et maintenance. A partir de 1990, une nouvelle politique tarifaire a été instaurée qui consiste à augmenter annuellement le prix d'eau afin de rapprocher le tarif d'eau du coût réel et rationaliser l'usage de l'eau.

## II. 2. Système de Suivi et Evaluation des Périmètres Agricoles Irrigués en Tunisie

### II.2.1. Présentation des indicateurs d'évaluation définis par la DG/GREE

En se basant sur un rapport de synthèse de la situation des GDA/PPI, ainsi que sur une base de données Access qui permet d'évaluer les performances des PPI et des GDA Irrigation en Tunisie, élaborés par la DG/GREE, on peut distinguer trois familles principales d'indicateurs qui sont présentés dans le tableau 1: indicateurs sur les aspects techniques, indicateurs sur les aspects financiers et des indicateurs sur les aspects administratifs.

**Tableau 1.1: Les indicateurs de performance définis par la DG/GREE (DG/GREE, 2009)**

Indicateurs/aspects techniques (25 pts)	Indicateurs/ aspects financiers (50 pts)	Indicateurs/aspect administratif (25 pts)
-Suivi de l'exploitation et comptage des pertes d'eau -Réalisation de l'entretien préventif	-Elaboration d'un budget -Application du budget -Prise en charge des frais entretiens -Suivi de la gestion -Couverture frais d'exploitation et entretien	-Adhésion des bénéficiaires au GDA -Application de contrat d'abonnement -Signature contrat de gérance -Respect contrat de gérance Adoption de règlement interne -Tenue AG - Tenue des réunions CA Tenue des documents administratifs -Performance des membres du CA

Ainsi que d'autres indicateurs tels que le taux d'exploitation, le taux d'intensification, et le taux Equipement Economie d' Eau. Ces indicateurs seront détaillés dans l'annexe 2.

### II.2.2. Analyse critique du système

Plusieurs indicateurs tels que le taux d'exploitation ou le taux d'équipements en techniques économes sont mesurés ou estimés mais, paradoxalement, ne sont pas intégrés dans le système d'évaluation: ils ne sont pas pris en compte dans la notification. Bien que les impacts de la gestion des systèmes irrigués soient évalués à travers les indicateurs utilisés, ces indicateurs ne permettent pas de connaître les impacts des systèmes irrigués sur les performances et le niveau de vie des agriculteurs, ni d'expliquer les causes des problèmes détectés ou de fournir des éléments qui peuvent améliorer les performances des périmètres. Ceci nous amène à poser la



question suivante: " Comment ces indicateurs permettent de retirer des informations utiles pour améliorer les performances des systèmes d'irrigation?"

La notation attribuée à chaque périmètre ou GDA, est effectuée par l'administration: ainsi, le CRDA, qui constitue une partie du système d'évaluation, joue en même temps le rôle de juge des performances de ce système.

### **III. Evaluation des performances des systèmes irrigués de point de vue des agriculteurs**

Lors de l'évaluation des performances d'un système irrigué, il est important de se rappeler que le secteur d'irrigation est constitué de plusieurs acteurs et intervenants et de considérer l'existence d'une variété de points de vue sur les performances d'un système donné (Samamoah et Gowing, 2001 ; Svendsen et Small, 1990; Yakubov, 2011). Cependant, le point de vue de l'agriculteur qui représente l'un des acteurs fondamentaux du système irrigué, a été négligé et n'a reçu que peu d'attention. Hormis quelques travaux qui ont montré les différences entre les priorités des agriculteurs et celles des gestionnaires et qui ont suggéré explicitement un ensemble de critères d'évaluation des performances du système irrigué du point de vue des agriculteurs (Svendsen et Small, 1990 ; Gosselink et al, 1995 ; Renault et al, 2007), la plupart des références étaient orientées seulement vers les gestionnaires et les décideurs politiques (Molden et al, 1998; Bos, 1997; Burton et al, 2000...).

#### **III.1. Evaluation des performances des SI du point de vue de l'agriculteur (en tant que producteur dans le système irrigué)**

Avec la tendance actuelle au niveau mondial qui vise la responsabilisation des agriculteurs en leur confiant la gestion de l'eau à travers les associations des usagers d'eau (Abernethy et al, 2001 ; Mishra et al, 2011 ; Yakubov, 2011), et l'intérêt croissant porté aux approches participatives qui appellent à la concertation de tous les acteurs du système d'irrigation depuis le simple usager jusqu'aux représentants des institutions (Imache, 2008), il s'est avéré indispensable de reconnaître la position de l'agriculteur dans l'évaluation de performance d'irrigation et de comprendre son rôle vital dans l'élaboration des politiques d'irrigation (Maskey et Weber, 1996). Parmi les approches participatives qui visent à impliquer les acteurs dans les processus de dialogue, la définition des programmes d'action, ainsi que l'évaluation des performances des projets de développement, on cite l'évaluation rurale participative "*Participatory Rural Appraisal*" (Ghazouani, 2009). Il s'agit d'une famille d'approches et de méthodes qui permet aux acteurs locaux de partager, améliorer et analyser leurs connaissances concernant la qualité et les conditions de vie, ainsi que de planifier et intervenir (Gosselink et al, 1995 ; Bos et al, 2005). Cette approche basée essentiellement sur des entretiens peut notamment être utilisée afin de recueillir les opinions des acteurs ruraux (Abernethy, 2001).

Le PRA a apporté une contribution incontestable dans l'accroissement de la participation des communautés locales dans le développement, cependant, il n'a pas toujours réussi à identifier correctement les besoins réels de développement de ces communautés. Par conséquent, il est devenu un outil important pour extraire et évaluer la satisfaction des gens des objectifs de développement prédéterminés plutôt qu'un moyen pour trouver les besoins réels (Jinapala et al, 1998). Une deuxième question se pose autour de cette approche, il s'agit de sa capacité à générer des données quantitatives et non pas seulement qualitatives. L'origine de cette question est la préférence des décideurs de données numériques "*hard data*", à cause de la facilité de

leurs interprétation. Ainsi le challenge consiste à produire des données numériques à partir d'une analyse qualitative conduite à travers des questionnaires (Gosselink et al, 1995).

Dans ce cadre, Abernethy (2001) a développé un processus qui peut être utilisé afin de mesurer quantitativement les opinions des gens sur des problèmes qui les affectent de près dans les systèmes d'irrigation ou dans d'autres types de projets de développement. Cette méthodologie a été illustrée dans différents sites au Sri Lanka. Le but de ce travail est de tester le niveau de satisfaction des gens en relation avec leur situation actuelle afin de détecter les aspects qui sont satisfaisants et les aspects qui ont un besoin urgent de changement. En considérant le système irrigué comme un système de production où les usagers représentent les producteurs, cette approche a cherché à mesurer leur satisfaction à travers l'application du PRA. Mais contrairement au PRA conventionnel qui utilise en général un pourcentage faible des usagers, cette méthode propose de maximiser la taille de l'échantillon afin d'inclure une grande proportion de la population rurale. Ainsi, elle évite la concentration sur les dirigeants et permet d'avoir une vue global sur les différents opinions qui existent au sein de la communauté. En plus, la large taille de l'échantillon permet aux sous-ensembles d'être analysés de façon fiable et d'examiner les variations des opinions suivant certains facteurs déterminants (âge, genre, localisation...). Cette technique permet d'évaluer l'importance des problèmes pour les agriculteurs, leur satisfaction du niveau du service fourni ainsi que leur perception des tendances et des changements dans leurs alentours.

Un autre exemple basé sur les enquêtes d'opinions, qui a combiné les entretiens semi-directifs avec la technique du PRA, a été conduit dans la basse valle de Medjerda au Nord de la Tunisie (Chaponnière et al, 2011). Visant à explorer le potentiel de l'évaluation de performance du système irrigué, à travers des outils simples qui incluent le point de vue des usagers, des entretiens semi directifs ont été menés avec les agriculteurs afin d'identifier leurs problèmes principaux. 19 indicateurs intégratifs ont été sélectionnés selon trois thèmes principaux : L'environnement institutionnel, les moyens de production et l'économie. Ces indicateurs ont été formulés sous forme de déclarations ("statements"), et évalués à travers une enquête d'opinion administré à un échantillon de 100 agriculteurs choisis au hasard.

Afin de mesurer l'intensité de satisfaction de l'agriculteur, deux méthodes peuvent être appliquées: des méthodes verbales et des méthodes visuelles. Cependant, à cause de la difficulté linguistique de l'approche verbale, ces travaux ont été plutôt orientés vers l'utilisation de méthodes visuelles. L'avantage de telles méthodes est que l'agriculteur se sent libre de choisir comment répondre sans avoir la contrainte de choisir à partir un petit ensemble d'alternatives verbales (Abernethy, 2001).

### **III.2. Evaluation de la performance du service de livraison d'eau du point de vue de l'agriculteur (en tant que client dans le système irrigué)**

Dans d'autres travaux, plusieurs chercheurs se sont orientés vers l'évaluation de performance d'un système irrigué en se basant essentiellement sur le point de vue des agriculteurs, mais en n'abordant que l'évaluation de performance du service de livraison d'eau (Gosh et al, 2005 ; Dejen et al, 2011 ; Svendsen et Small,1990 ; Yakubov, 2011).

Considérée comme une composante principale du système irrigué, la livraison de l'eau a été évaluée à travers des méthodes conventionnelles qui dépendent essentiellement de la disponibilité d'un flux de données fiables (Dejen et al, 2011). Néanmoins, dans la plupart des

pays en cours de développement, les mesures de débit aux différents niveaux du système étaient généralement négligées et jugées non prioritaires. Les structures de mesure n'étaient pas en place ou n'étaient pas utilisées adéquatement en raison de dysfonctionnement, par manque d'expertise par les usagers de l'eau ou par manque de motivation et de suivi par le personnel responsable de collecte des données. Et même si les données sont disponibles, leurs qualité et leurs fiabilité sont mises en question (Ghosh et al, 2005; Dejen et al, 2011). Ainsi, il s'avère intéressant de chercher d'autres méthodes alternatives afin d'évaluer le service de livraison d'eau sans avoir recours aux données quantitatives.

Conscients qu'il n'est plus acceptable d'adopter des approches techniques (top down) de l'évaluation de la performance du système irrigué, qui reposent sur des hypothèses concernant le comportement des agriculteurs, ou de s'attendre que les agriculteurs acceptent l'approvisionnement en eau dans n'importe quelle conditions, ces chercheurs ont appelé à reconnaître la position de l'agriculteur comme un *client* et le système d'irrigation comme un *service*, dont l'usager peut juger de la qualité (Gowing et al, 1996). En se référant au travail de Chambers (1988), qui considère que "un bon service d'irrigation pour un agriculteur est la livraison à sa parcelle d'un approvisionnement en eau adéquat, convenable, prévisible et en temps opportun", Svendsen et al (1990), a proposé trois dimensions du service de livraison d'eau qui sont importants pour les agriculteurs. Il s'agit de la quantité d'approvisionnement en eau, sa qualité ainsi que son utilité:

- La quantité est traduite par trois indicateurs: l'adéquation, l'équité et la ponctualité (*timeliness*)
- La qualité: Température, salinité et composition de l'eau (sédiments, toxicité...)
- L'utilité est jugée par trois indicateurs: Traçabilité (accessibilité), convenance, prévisibilité.

Bien que les agriculteurs soient concernés par la quantité d'approvisionnement en eau, leur perception de la performance de livraison d'eau est fondée essentiellement sur l'utilité de l'approvisionnement (Gowing et al, 1996). L'utilité de la livraison d'eau a été souvent négligée, d'où l'apparition de nouvelle approche qui a cherché à concevoir une méthode qui permet de quantifier cette notion. En effet, l'utilité de l'approvisionnement peut être mesurée à travers trois indicateurs :

*Prévisibilité* : Elle reflète le degré de confiance de l'agriculteur dans le service de livraison d'eau. Elle est liée à sa connaissance du calendrier d'approvisionnement en eau prévu par le SI et le degré de certitude associé avec cette connaissance. La prévisibilité est importante du point de vue de l'agriculteur vu que:

- Disposer des informations suffisantes sur "quand" l'eau va arriver et avec "quelle" quantité, permet à l'agriculteur de mieux planifier le calendrier de ses activités.
- La prévisibilité réduit l'incertitude de l'agriculteur, qui prend des décisions de gestion en se basant sur la quantité et le calendrier de livraison d'eau.
- La prévisibilité peut améliorer les décisions de l'utilisation de l'eau. Un agriculteur qui fait face à une grande incertitude concernant le service de livraison d'eau, peut irriguer quand l'eau est disponible, même si le besoin en eau complémentaire de la culture est faible. Le résultat de telle situation est une sur-irrigation qui peut conduire à un engorgement. De même, à cause de l'incertitude, l'agriculteur peut accepter un certain stress hydrique afin de correspondre l'irrigation de ses cultures au calendrier de livraison d'eau.

Cette caractéristique peut être mesurée par trois facteurs : connaissance de l'approvisionnement futur en eau, les décisions de gestions influencées par l'approvisionnement en eau et la certitude de la disponibilité de l'eau.

*Convenance* (temps, timeliness) : se réfère au temps d'arrivée de l'eau à la parcelle et aux préférences du calendrier de livraison d'eau (durant le jour ou la nuit...). Ceci est déterminé par quatre sous facteurs: le temps de l'arrivée de l'eau, le débit de l'eau, la durée de l'approvisionnement en eau et la fréquence d'approvisionnement.

*Maniabilité* (*Tractability*): Cette caractéristique se réfère à la capacité de l'irrigant de contrôler le débit ou la pression de l'eau apporté et de l'appliquer dans sa parcelle de façon satisfaisante. Le débit préféré par l'agriculteur est déterminé par plusieurs facteurs : technique d'irrigation ; taille de la parcelle ; type du sol ; type de la culture et le stade de développement ; données sur l'agriculteur lui-même (âge, expérience, gendre...).

Afin d'évaluer la satisfaction des agriculteurs traduite par la composante "utilité du service de livraison d'eau", cette approche a adapté un ensemble de déclarations linguistiques subjectives qui permettent de juger la pertinence des indicateurs de l'utilité du service de livraison d'eau et leurs importances pour l'usager. En estimant que les agriculteurs sont plus consistants dans leurs jugements en utilisant des expression linguistiques plutôt que des échelles numériques, plusieurs travaux ont utilisé la théorie de "logique floue", afin d'agréger les opinions des agriculteurs sur leur satisfaction des composantes du service de livraison d'eau ainsi que l'importance de chaque facteur pour eux, et pour calculer aussi la pertinence globale du calendrier de la livraison d'eau (Elawad, 1991). Ainsi, l'application de la logique floue a fourni une approche systématique qui présente et traite ces évaluations linguistiques qui sont de nature floue et qui sont caractérisées par l'absence de limites claires qui séparent les différents éléments qui appartiennent à un ensemble de ceux qui n'appartiennent pas (Gowing et al, 1996).

## **Conclusion**

Ignorer la réaction et l'opinion de l'agriculteur sur la performance d'un système irrigué, peut être la cause majeur d'un comportement différent de la perception sur la quelle est basée le fonctionnement du système irrigué. Ces réactions sont liées aux jugements personnels de l'agriculteur et à ses préférences qui dépendent de son environnement physique et socio-économique. Par conséquence, les techniques classiques ne sont pas capables de capturer tous les aspects de cette question. Chercher d'autres alternatives est devenu indispensable. D'où l'apparition d'une nouvelle approche qualitative, qui vise à évaluer les performances des systèmes irrigué du point de vue des agriculteurs. L'avantage de cette approche réside dans sa capacité à recueillir et quantifier les jugements des usages du système irrigué, ce qui permet de comprendre leurs besoins et d'évaluer leur satisfaction des différents services fournis par ce système. Néanmoins, cette méthode ne permet pas d'effectuer des comparaisons entre les performances de différents systèmes irrigués.

## ***Chapitre II: Présentation des objectifs du travail***

---

### **I. Objectif général**

La mise en question de nombreux systèmes irrigués a incité à la centralisation des recherches sur la gestion de l'eau dans les systèmes irrigués et plus précisément sur la viabilité de ces systèmes. Dans ce cadre, l'objectif général de ce travail est de mettre en œuvre une méthodologie d'évaluation des systèmes irrigués.

En prenant en compte les limites de plusieurs méthodes présentées précédemment, on a cherché à développer une méthode innovante qui s'appuie sur le point de vue des usagers des systèmes irrigués. Il s'agit de développer méthode pertinente et pratique basée sur des indicateurs faciles à mettre en œuvre, compréhensibles et reproductibles. Il s'agit aussi d'explorer le potentiel des sondages d'opinion à contribuer dans l'évaluation des systèmes irrigués et à déterminer les facteurs limitant des performances du périmètre irrigué de point de vue des agriculteurs.

### **II. Objectifs spécifiques**

On a défini quatre objectifs principaux de cette étude:

**Objectif 1.** Analyse critique des méthodes d'évaluation des performances des SI en se concentrant sur l'exploitation et la maintenance des réseaux hydrauliques selon les points de vues des différents acteurs afin d'identifier les principales contraintes et limites de ces approches.

**Objectif 2.** Compréhension du fonctionnement du périmètre irrigué de Ras Djebel.

**Objectif 4.** Diagnostic des principaux problèmes selon le discours des agriculteurs.

**Objectif 4.** Elaboration et mise en place d'un système d'évaluation des performances des systèmes irrigués basé principalement sur des sondages d'opinion réalisés auprès des agriculteurs.

### **III. Justification de l'étude**

L'enjeu de ce travail est de définir une méthodologie d'évaluation des performances des périmètres irrigués qui peut suivre la tendance actuelle de responsabilisation des agriculteurs, qui admet le rôle principal de cet acteur. Ainsi, on a développé une démarche basée sur une source innovante qui est l'usager du système irrigué. Elle permet d'avoir une vue globale sur les différentes opinions qui existent dans le système irrigué, en reconnaissant la différence de perceptions qui existent en particulier entre les gestionnaires et les agriculteurs.

En effet, c'est une méthode qui permet de quantifier les opinions des usagers, ce qui est en faveur des gestionnaires qui préfèrent en général des données facilement interprétés. Elle a aussi, la capacité de suivre et mesurer les niveaux de satisfaction de l'agriculteur des différents aspects de performance du périmètre, en prenant en compte son environnement, sa situation personnelle et plusieurs autres facteurs d'ordre historique et sociale que les approches techniques sont incapables d'identifier.

## DEUXIEME PARTIE : MATERIELS ET METHODES

### Chapitre I : Description de la zone d'étude

#### I. Présentation du périmètre de Ras Djebel

##### I.1. Caractérisation du périmètre

Le périmètre irrigué de Ras Djebel est un périmètre côtier situé au nord de la Tunisie et rattaché administrativement au gouvernorat de Bizerte (figure 2.1).

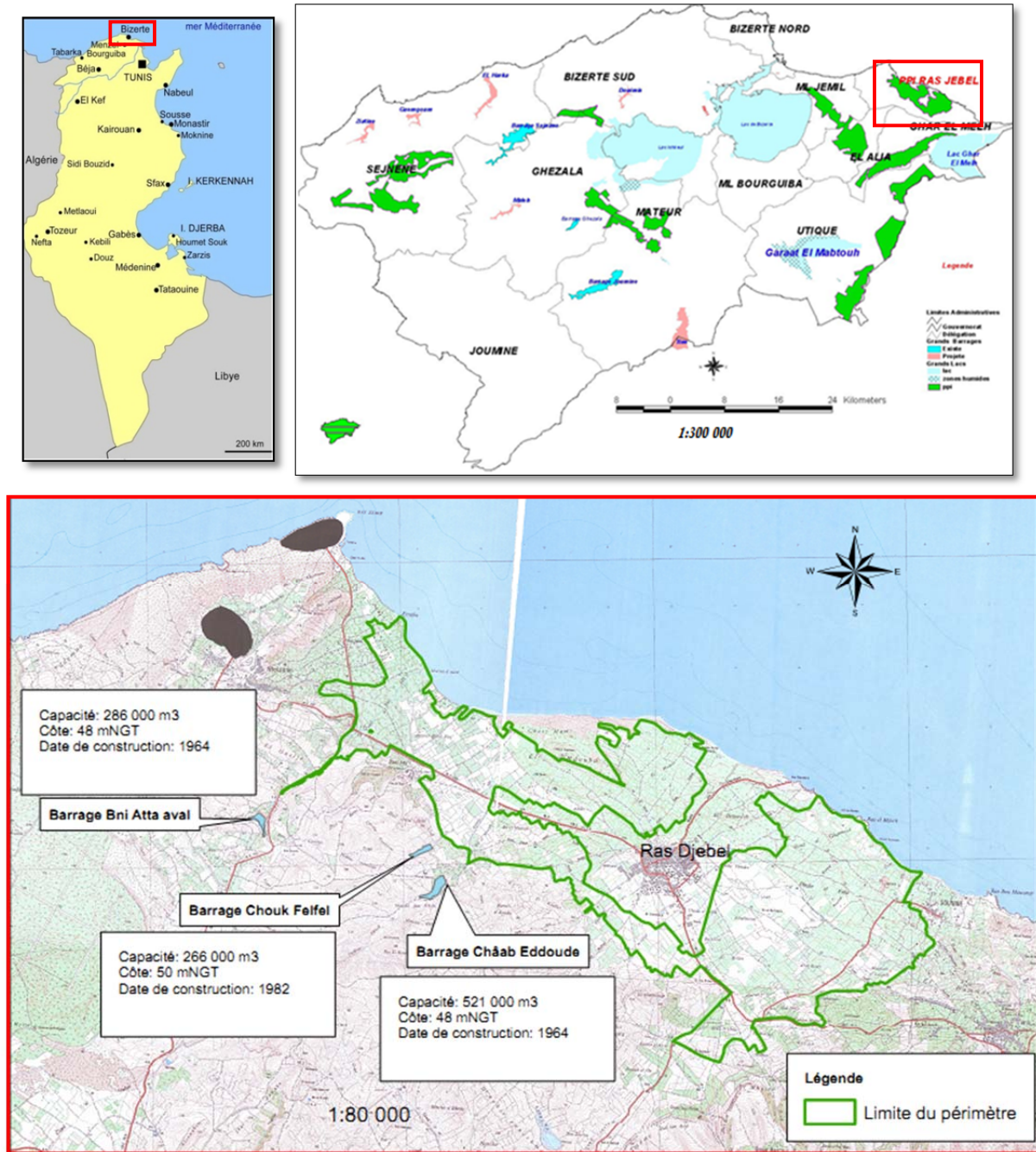
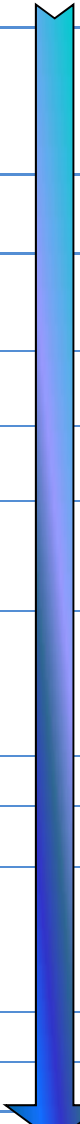


Figure 2.1: Localisation du périmètre irrigué de Ras Djebel (HAR, 2010)

## 1.2. Historique du périmètre

L'agriculture intensive dans la région Ras Djebel remonte à un passé lointain avant l'aménagement du périmètre irrigué. En effet, elle a été fondée par les morisques installés au nord tunisien, dont la grande majorité était des agriculteurs initiés depuis longtemps au travail de la terre et aux techniques agricoles (Sayari et al, 2009). La figure ci-dessous montre les évolutions qui ont marqué ce périmètre: La figure ci-dessous montre les évolutions qui ont marqué ce périmètre:



1964	Construction de deux lacs collinaires : Châab Eddoude, Bni Atta aval Création du secteur de Guâa Balloute : irrigation à partir des lacs et des puits.
1982	Construction de deux lacs collinaires Bni Atta amont et Chouk Felfel.
1986	Classification du PI de Ras Djebel comme un périmètre de sauvegarde selon le décret n°86-102.
1987	Début des travaux d'aménagement hydro-agricole du PI.
1991	Mise en eau du PI de superficie $S_0$ :1190 ha.
1993	Première expérience de recharge artificielle de la nappe de Ras Djebel dans la carrière de Sidi Guebbari.
2000	Création de l'extension de Douar Hmouda, la superficie du PI a évolué à $S_1$ : 2200 ha. Création de 3 AIC.
2001	Evolution du nombre des AIC à 7.
2002	Evolution du nombre des AIC à 9.
2006	Délimitation de la superficie du PI par $S_2$ : 2140 ha selon le décret n° 2006-2474. Fusion des 9 GIC en un seul GDA.
2007	Evolution de la recharge artificielle de la nappe : 14 sites.
2010	La superficie du PI $S_3$ est estimée à 1987 ha.

**Figure 2.2 : Historique du périmètre irrigué de Ras Djebel**

A travers cet historique, on peut tirer les grands axes suivants :

- **2000** : Il y a eu création de l'extension de Douar Hmouda et Jedlène de superficie 160 ha, ainsi, la superficie du périmètre est passée de 1190 ha à 2200 ha.
- **1964** : Suite à la construction des barrages collinaires (Bni Atta aval et Châab Eddoude), il y a eu création d'une zone irriguée appelée Guâa Balloute. Cette zone est irriguée à partir des puits et liée au barrage de Châab Eddoude à travers la conduite AD4. L'eau est distribuée par tour d'eau organisé par un agent de l'office de mise en valeur agricole.



- **1987** : Le périmètre irrigué de Ras Djebel a été réalisé dans le cadre du projet d'aménagement hydro-agricole de Ras Djebel et Galaat Andalous qui s'inscrit dans la deuxième tranche du Plan Directeur des Eaux du Nord (PDEN). Il a notamment comme objectif de sauvegarder ce périmètre dont la nappe souterraine était surexploitée (BAD, 1995). Le PDEN vise le transfert des ressources en eau de la région du Nord-Ouest de la Tunisie (barrages et ouvrages de transfert) vers les régions déficitaires telles que les régions de Bizerte. Les travaux d'aménagement ont commencé à partir de 1987, mais la mise en eau du périmètre a été effectuée en 1991.

- **2000** : Il y a eu création de l'extension de Douar Hmouda et Jedlène de superficie 160 ha, ainsi, la superficie du périmètre est passée de 1190 ha à 2200 ha. La gestion de l'aménagement hydraulique a été confiée à 3 Association d'Intérêt Collectif (AIC).

- **2006** : Le décret 2006-2474 portant création du périmètre irrigué de Ras Djebel a délimité la superficie du périmètre à 2140 ha. Suite à l'introduction de la nouvelle forme de GDA pour les groupements des agriculteurs, les 9 AIC qui gèrent les 9 secteurs ont été transformé en un seul GDA.

- **2010** : Lors d'un projet d'actualisation des cartes agricoles du gouvernorat de Bizerte, la superficie a été estimée de 1987 ha.

### I.3. Climat

Le périmètre de Ras Djebel est situé au nord de la Tunisie, le climat est de type méditerranéen à saison hivernale fraîche et pluvieuse. Les vents dominants sont ceux du Nord-Ouest et de l'Ouest. Sa vitesse moyenne est comprise entre 3 et 6 m/s. La température moyenne interannuelle est de 18°C. La moyenne des maxima du mois le plus chaud (Juillet) atteint 32.3 °C, celle des minima est de 6.9 °C au mois de Janvier. La pluviométrie moyenne interannuelle est de l'ordre de 556 mm (figure 2.3).

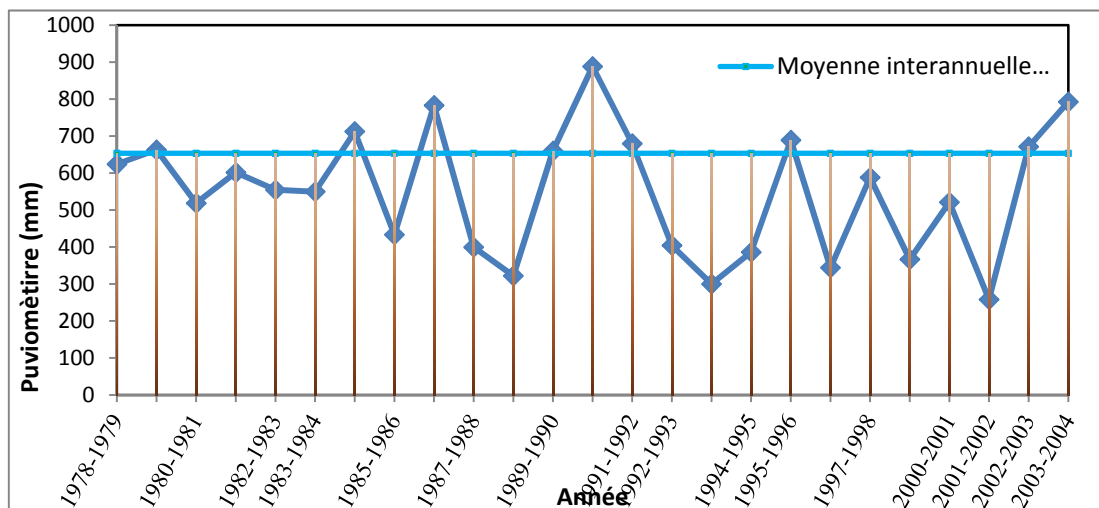


Figure 2.3: Pluviométrie annuelle de Ras Djebel de 1979-2004 [DGRE, 2004]

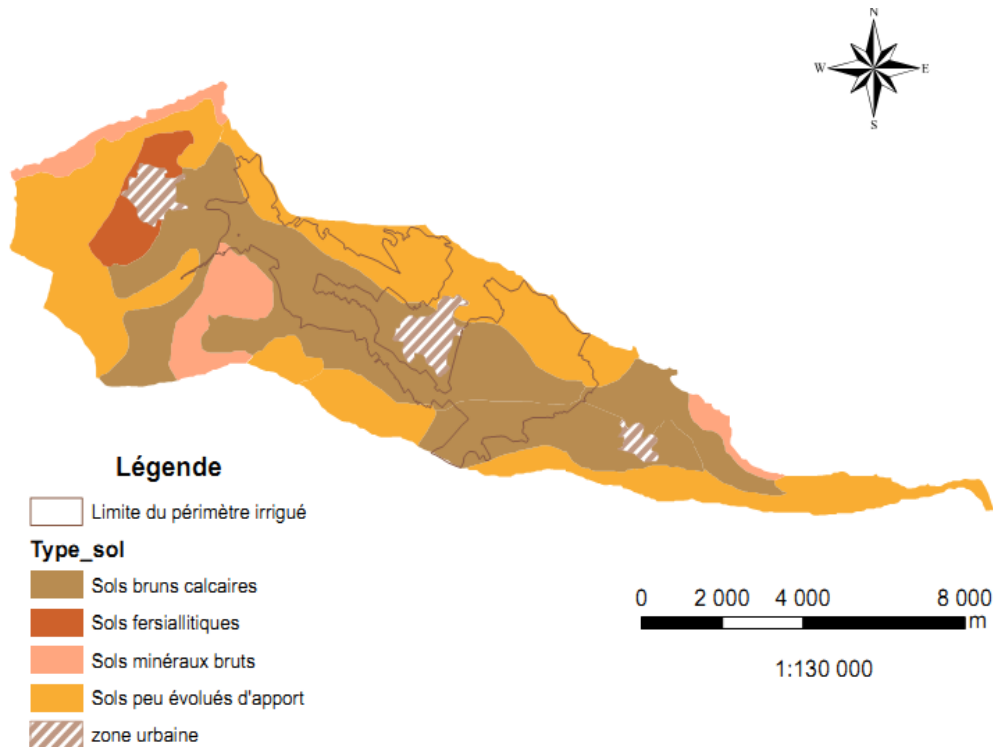
Elle est caractérisée par une variabilité dans le temps, ainsi on peut distinguer une phase pluvieuse excédentaire allant de 2002 à 2004. L'année la plus pluvieuse est 1990-1991 avec



une pluviométrie de 968 mm, alors que l'année 2001-2002 correspond à l'année la moins pluvieuse avec 258 mm.

#### I.4. Sols du périmètre

La carte pédologique (figure 2.4) permet de distinguer deux types de sols qui caractérisent le périmètre irrigué :



**Figure 2.4: Carte pédologique de Ras Djebel (Cartes Agricoles régionales, 2011)**

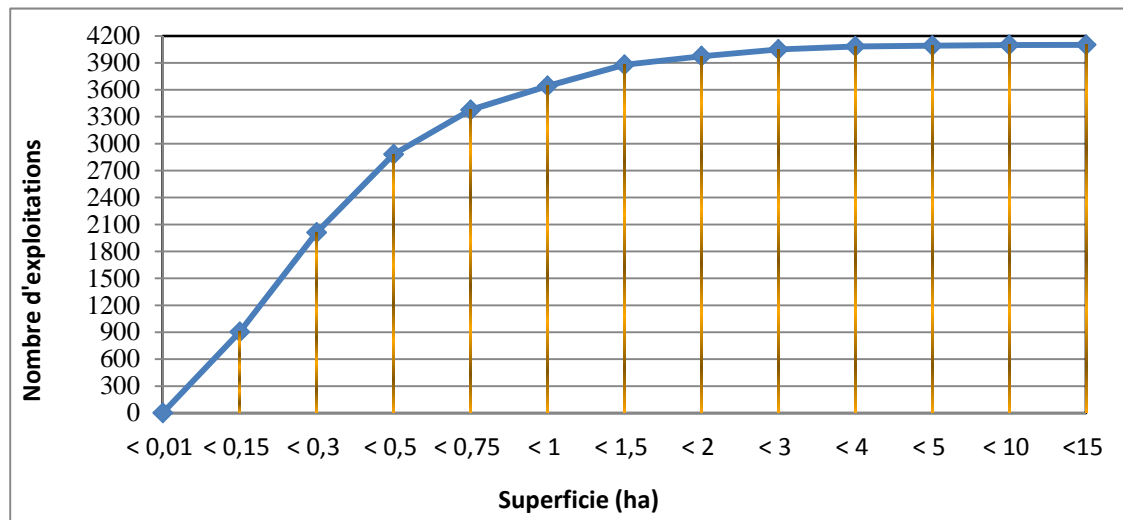
Les sols peu évolués d'apport couvrent la majorité de la bande côtière. Ce type de sol est caractérisé par une perméabilité importante. Les sols bruns calcaires qui couvrent essentiellement la bande centrale de la zone d'étude sont moins perméables que les précédents. Les terres arables de première qualité sont localisées dans la zone médiane du périmètre, près de la ville de Ras Djebel, et à l'ouest, la texture de ces sols est sablo-argileuse, sablo-limoneuse et limono-argileuse. Ce sont des sols bien structurés au moins de 150 cm de profondeur et à pente ne dépassant pas 2%. La majorité du périmètre est constitué de terres arables de qualité moyenne. Elles se trouvent dans les zones est, médiane et ouest du périmètre. Il s'agit de sols sableux en surface et sablo-argileuse en profondeur. Ce sont des sols structurés sur 150 cm de terre arable et à croûte de nappe sableuse, très perméable et à pente de 2 à 5%.

Les terres non arables sont localisées sur les dunes littorales de la méditerranée, ce sont des sols généralement réservés aux cultures en sec (Zaki et Djelassi, 1979).

#### I.5. Statuts fonciers (morcellement/urbanisation /extension)

Le périmètre de Ras Djebel a une structure foncière très complexe, caractérisée par une faible taille des parcelles et un fort morcellement des exploitations. Ceci est dû essentiellement aux héritages successifs. En 1995, le périmètre de superficie 2069 ha contient 4100 exploitations, soit une superficie moyenne de 0.5 ha (SCET, 1995). En outre, le classement des exploitations par strate montre que près de 2/3 des exploitations ont une superficie inférieure à la superficie moyenne (figure 2.5). Actuellement, le périmètre de superficie 1987 ha comporte 4500

exploitations agricoles, soit une superficie moyenne de 0,45 ha. Cette superficie est inférieure à la superficie minimale de l'exploitation au sein du périmètre exigée par la loi.



**Figure 2.5: Répartition des superficies cumulées des exploitations de la zone d'étude [SCET, 1995]**

En effet, selon la loi de 1963, portant réforme agraire dans les périmètres publics irrigués, la superficie totale appartenant à un même propriétaire est comprise entre une limite minimale et maximale déterminée par un décret dédié à chaque périmètre. Le décret n° 2474 en 2006 portant création du périmètre irrigué de Ras Djebel, a précisé que cette limite ne peut excéder à 60 ha de terres agricoles ni être inférieur à 50 ares (qui correspond à 0.5 ha).

Il a été impossible d'améliorer cette structure à l'aide du remembrement, puisqu'il s'agit d'un périmètre de sauvegarde. Effectivement, l'état n'a pas envisagé d'appliquer une réorganisation foncière dans les périmètres de sauvegarde vu la complexité de leurs situations. Il s'agit d'anciens périmètres, qui sont irrigués en général à partir des puits et dont les parcelles font souvent l'objectif de problèmes d'héritages. Dans le cas du périmètre de Ras Djebel, la situation est aggravée par l'effet des partages successoraux qui ont généré un nombre élevé de parcelles très dispersées.

L'impact de l'avancement de l'urbanisation sur le périmètre est très marqué. La ville de Ras Djebel n'a pas cessé d'évoluer au détriment des terres irriguées, et la superficie du périmètre a continué de régresser. Face à cette situation, il y a eu une délimitation géographique du périmètre irrigué de Ras Djebel dans le décret portant sa création. Ainsi en 2006, la superficie du périmètre a été limitée à 2140 ha. Mais rien ne semble arrêter l'avancement de l'urbanisation des terres agricoles du périmètre irrigué de Ras Djebel. Après la révision du plan d'aménagement urbain de la ville de Ras Djebel en 2008, la superficie du périmètre a encore diminué jusqu'à 1987 ha.

L'extension du périmètre de Ras Djebel est très difficile à cause de sa localisation. Entouré par la mer du côté Est, par la montagne du côté Nord-Ouest et par des terrains escarpés du côté Sud, il n'y a pas eu une extension importante des parcelles dans cette zone. L'extension la plus importante est celle de Douar Hmouda, de superficie d'environ 160 ha. A cause de l'absence des puits dans cette zone, elle a été cultivée en mode pluviale. La majorité des exploitants sont

des propriétaires qui ont d'autres activités extra-agricoles. Ils refusent de renoncer à leurs parcelles, procèdent à leur location ou engagent des métayers.

## I.6. Ressources en eau souterraines : La nappe phréatique de Ras Djebel

Avant la réalisation du périmètre irrigué de Ras Djebel, les sources d'eau d'irrigation provenaient essentiellement de la nappe phréatique de Ras Djebel et des quatre lacs collinaires (Chok felfel, Chaab Doude, Bni Atta amont et Bni Atta aval).

### I.6.1 Description de l'aquifère

La nappe étudiée est la nappe phréatique de Matline-Ras Djebel-Raf (Figure 2.6), elle est localisée dans une plaine côtière située dans le Nord-Est tunisien. Le bassin hydrogéologique occupe une superficie de 50 km<sup>2</sup> alors que la nappe alluvionnaire couvre une superficie de 35 km<sup>2</sup> (Hamza et al, 2008). Elle est logée dans un ensemble de formations géologiques du Mio-Plioquaternaire (DGRE, 2005).

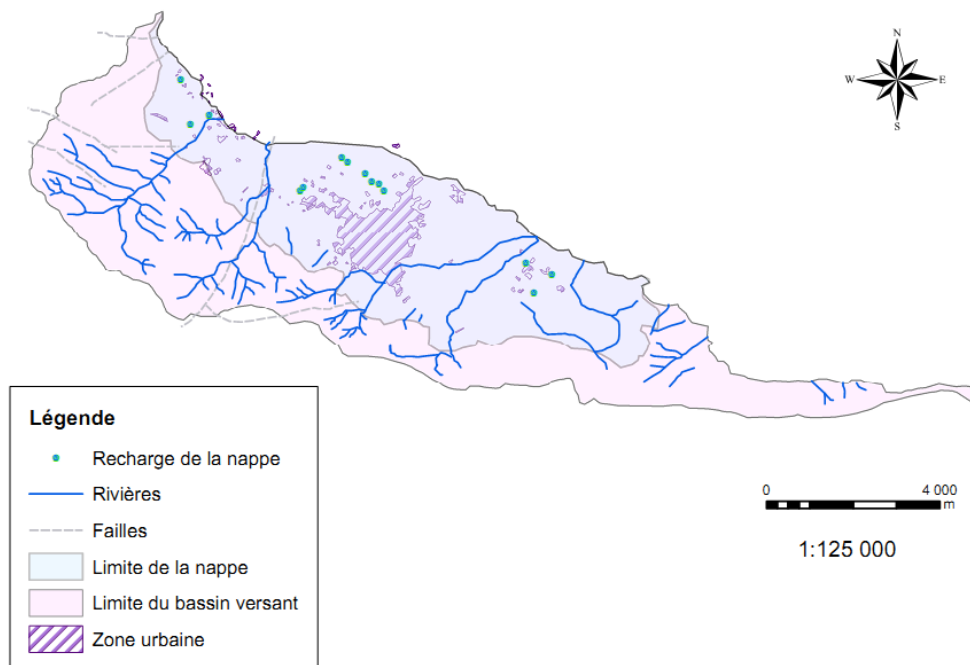


Figure 2.6: La nappe de Ras Djebel [Hamza et al, 2008]

### I.6.2. Estimation des termes décrivant la situation de la nappe

#### I.6.2.1. Estimation des ressources renouvelables

Les ressources renouvelables proviennent exclusivement de l'infiltration des eaux des pluies et des eaux de ruissellement. Le débit de la nappe est évalué par la loi de Darcy ( $Q = K \cdot A \cdot i$ ) (DGRE, 1995). Les ressources sont menacées par l'utilisation de plus en plus accentuée d'engrais chimiques dans le domaine agricole, ainsi que par les rejets domestiques en l'absence de stations d'épuration fonctionnelles dans la région (Hamza et al, 2008).

### **I.6.2.2. Estimation de l'exploitation de la nappe**

L'actualisation de l'état de la nappe est basée sur le résultat d'enquêtes à l'occasion de l'octroi des crédits. Cette méthode est utilisée pour la majorité des nappes phréatiques. Elle s'appuie sur les anciens inventaires et les actualise à partir de demandes de création ou d'équipement des puits dans le cadre des différents projets d'investissements agricoles financés par l'APIA ou la BTS (DGRE, 1995).

### **I.6.2.3. Estimation de la salinité et de la piézométrie**

Le réseau de surveillance du niveau piézométrique et de la salinité de cette nappe est composé de 60 puits de surface et 9 piézomètres. Le suivi de la piézométrie est hebdomadaire, tandis que le suivi de la qualité de la nappe est bimensuel (DGRE, 2007).

### **I.6.3. Description de l'évolution de la situation de la nappe**

#### **➤ 1966 - 1990 :**

En 1966, la salinité de la nappe a été estimée de 1.7 g/l, alors que la profondeur du niveau statique variait entre 0 et 20 m. Son exploitation annuelle est d'environ 12 Mm<sup>3</sup>. Ceci décrit un état stationnaire de la nappe avant la surexploitation.

Le taux d'équipement des puits qui a atteint 61% durant l'année 1966, n'a pas cessé d'augmenter. L'exploitation annuelle de la nappe a augmenté jusqu'à 13.5 Mm<sup>3</sup>. En effet depuis 1969 jusqu'à 1993, le niveau piézométrique a baissé de 3 m sur la côte et de 10 m à l'intérieur de la nappe ce qui a obligé les agriculteurs à approfondir leurs puits et à changer les équipements de pompage (DGRE, 1998). Ceci indique un état de surexploitation. Ce taux a régressé en 1985 à 52%, cette diminution est provoquée par l'augmentation de la salinité de l'eau qui a atteint 4 g/l et la diminution du nombre des puits réellement exploités par les agriculteurs. Afin de sauvegarder ce périmètre, l'état a opté pour l'aménagement de cette zone et a lancé le projet de Ras Djebel/Galaat Andalous sous le vocable « sauvegarde de Ras Djebel et Aousja » en 1987.

#### **➤ 1990-1995 :**

En 1990, suite à la mise en service du périmètre irrigué par la SECADENORD et à cause de l'abandon du pompage dans les zones de forte salinité, l'exploitation a diminué jusqu'à atteindre 10.98 Mm<sup>3</sup> en 1995 et le taux d'équipement a régressé jusqu'à 39%. Afin d'améliorer la qualité chimique des eaux, la nappe a bénéficié de la recharge artificielle à partir de 1993 dans une ancienne carrière de sable appelée carrière Sidi Guebbari. Un volume de 60.000 m<sup>3</sup> d'eau de salinité de 1g/l a été injecté. Cette opération a engendré une remontée journalière de 9.4 cm/j et une amélioration de la qualité des eaux, dont la salinité est revenue entre 1g/l et 3 g/l (DGRE, 1999).

#### **➤ 1995-2000 :**

En 1999, suite à la pluviométrie importante (figure 2.3) qui a largement contribué à l'alimentation de la nappe phréatique, il y a eu une remontée du niveau piézométrique qui a varié entre +0.54 m et +0.60 m. Cette remontée a engendré l'augmentation du taux

d'équipement (45% en 2000) et une augmentation de 1.33 Mm<sup>3</sup> de son exploitation annuelle par rapport à l'année 1995.

#### ➤ 2000-2005

A partir de 2000, la salinité a régressé, elle variait entre 2 et 3 g/l les zones de Cap Zbib, Bni Atta, Ras Djebel et Sounine, et elle est de 5 à 6 g/l dans les zones limitrophes à la mer. Ceci est dû à la surexploitation de la nappe et à la nature lithologique des affleurements bordiers de la plaine (DGRE, 2007). Suite à l'apport pluviométrique de l'année 2003, l'exploitation a baissé jusqu'à atteindre 10.27 Mm<sup>3</sup> en 2005.

#### ➤ 2005-2010

En 2007, le suivi de la qualité de la nappe en termes de charge de nitrate, a montré un taux élevé compris entre 128 et 233 mg/l. Ces résultats sont dus aux activités agricoles assez importantes dans cette zone, ainsi qu'à la bonne perméabilité de la zone non saturée et à sa faible épaisseur. Durant cette année, la recharge de la nappe a été renforcée par la mise en service de nouveaux sites dans le cadre de PISEAU I, le quota de Ras Djebel est de plus que 500 000 m<sup>3</sup>/an. Ces sites sont alimentés à partir des eaux de SECADENORD, par injection dans 13 puits de surface ainsi que dans la carrière de Sidi Guebbari (DGRE, 2007).

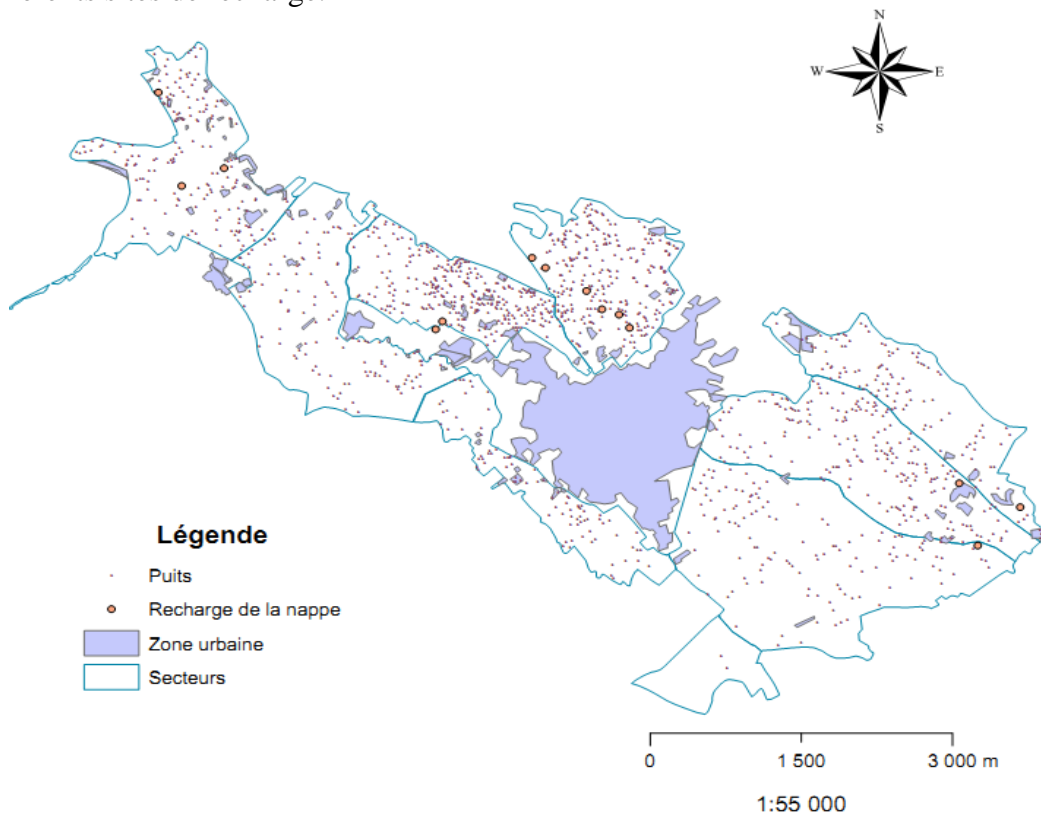
Malgré une légère augmentation de l'exploitation de la nappe, en 2010, de 0.5 Mm<sup>3</sup> par rapport à l'année 2005, la salinité a conservé des valeurs qui variaient entre 2 et 4 g/l dans la plupart de la zone d'étude. Le volume de recharge de la nappe injecté pendant cette année est de l'ordre de 510 346 m<sup>3</sup>. 6 puits de recharge ont été fermés à cause du problème d'envasement ou parce que les compteurs ne sont plus fonctionnels (CRDA, 2010). Le taux d'exploitation en 2010 est estimé à 126%, ce qui montre que la nappe est encore surexploitée. Elle est fortement sollicitée pour satisfaire les besoins en eau d'irrigation de la zone de Ras Djebel. Le tableau suivant résume l'évolution de l'exploitation de la nappe de Ras Djebel depuis 1966 jusqu'à 2010.

**Tableau 2.1: Evolution de la mobilisation des eaux de la nappe**

Année	Nombre de puits			Exploitation (Mm <sup>3</sup> /an)
	Puits Electrifiés	Taux d'équipement (%)	Total des puits	
1966	434	38,8	1120	12,00
1985	710	50,9	1396	13,50
1990	687	50,1	1372	13,50
1993	646	50,4	1282	11,50
1995	600	39,9	1502	10,98
2000	705	45,9	1536	12,31
2005	792	50,7	1563	10,27
2010	819	51,8	1580	10.70

[Ennabli, 1969 ; DGRE, 1995 ,1998 , 2000 , 2005 , 2010]

La carte ci-dessous, réalisée à partir d'une image extraite du Google Earth PRO et numérisée en utilisant l'Arc Gis 1.3, montre la localisation des puits dans le périmètre phréatique ainsi que les différents sites de recharge.



**Figure 2.7 : Répartition des puits et des sites de recharge dans le périmètre de Ras Djebel**

Vu la répartition des puits sur cette carte, on peut constater que presque tous les secteurs profitent d'une alimentation à partir de la nappe phréatique. On remarque aussi que les sites de recharge sont répartis de façon hétérogène sur tout le périmètre.

### **Discussion.**

Le comportement de la nappe de Ras Djebel se traduit par une diminution de la salinité, associé à une diminution de son exploitation. C'est un signe de l'efficacité de l'apport de l'eau du SECADENORD au périmètre irrigué et l'impact de la pluviométrie. Bien que l'exploitation ait diminué, elle est restée supérieure aux ressources renouvelables estimées de  $8.44 \text{ Mm}^3$ .

### **I.7. Ressources en eau de surface**

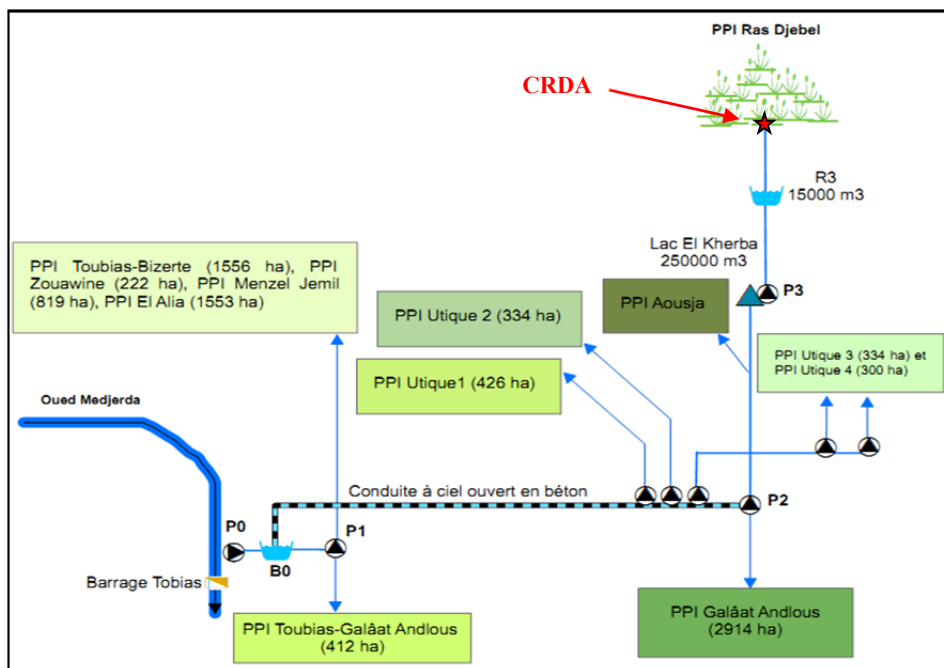
Il y a trois lacs collinaires dans la zone d'étude (figure 1.1). Ils sont maillés avec le réseau de distribution et ne sont plus exploités que par des agriculteurs dont les parcelles sont très proches de ces lacs. Leurs principales caractéristiques sont présentées dans le tableau 2.3. Au début du projet, le périmètre a été divisé en trois secteurs distincts selon la ressource de l'eau, le plus grand est alimenté directement du réservoir R3 alors que les deux autres sont alimentés par les lacs collinaires de Châab Doude, Chouk Felfel et Bni Atta aval qui sont interconnectés au réseau collectif (SCET, 1995). A présent, ces lacs participent seulement à la recharge de la nappe de Ras Djebel.

**Tableau 2.2 : Les caractéristiques des trois lac collinaires**

Nom du lac	Capacité m <sup>3</sup>	Cotes NGT		Date de construction
		max	min	
Châab Eddoud	521 000	58.87	48.00	1964
Chouk el Fefel	266 000	61.40	50.00	1982
Beni Ata aval	286 000	76.1	65.00	1964
Beni Ata amont	285 000	128.80	118.00	1982

Le périmètre de Ras Djebel est actuellement alimenté par deux sources. Il est desservi à partir d'un réseau collectif d'irrigation alimenté à partir des lâchures du barrage El Aroussia dans oued Medjerda et à partir des puits de surface (figure 2.8). La station de pompage principale P<sub>0</sub> reçoit l'eau de Medjerda, lâchée à partir du barrage El Aroussia et régulée par le barrage mobile de régulation de Tobias. L'eau est par la suite recueillie par un bassin de décantation B<sub>0</sub> à partir duquel elle alimente un canal en béton à ciel ouvert de longueur 9 km. Une station de pompage P<sub>2</sub> d'un débit de 2.1 m<sup>3</sup>/s va le refouler dans une conduite de diamètre 1400 mm. C'est une infrastructure commune pour les périmètres irrigués d'Aousja, Galaat Andlous et Ras Djebel.

L'eau qui est en direction du périmètre de Ras Djebel, sera stockée dans le lac collinaire El Kherba (R2) de capacité réelle de 250.000 m<sup>3</sup>, qui joue un rôle de stockage et de régulation. Cet ouvrage dessert la station de pompage P<sub>3</sub> qui compte 3 pompes pour un débit total de 1200 l/s et de hauteur manométrique de 58 m (le pompage de l'eau est effectué 2 fois par jour, sauf au mois de pointe, où il y a un pompage 3 fois par jour). L'eau sera par la suite refoulée vers le réservoir R<sub>3</sub> de Ras Djebel (bassin Hassen Belkhouja) de capacité 15.000 m<sup>3</sup> et d'altitude de 101 m. La mise en eau sous pression du réseau est assurée à partir de R<sub>3</sub> grâce à la différence de niveau entre le site du réservoir et le périmètre. La salinité de l'eau varie entre 1.5 et 2.5 g/l.

**Figure 2.8 : Schéma de l'infrastructure hydraulique du projet Ras Djebel/Gâlat Andlous**

L'exploitation et la maintenance des réservoirs, de la station du pompage et des conduites de diamètre 1400 mm est confiée à la SECADENORD. Le CRDA intervient à partir des conduites principales AD1 et AD2, à l'entrée du périmètre. Elle assure l'exploitation et la maintenance des conduites principales en fretté béton de diamètre supérieure ou égale à 400 mm et ses ouvrages associés, alors que le GDA pourvoit l'exploitation et la maintenance des conduites principales en amiante ciment et en polyéthylène de diamètres inférieurs ou égales à 300 mm et ses ouvrages annexes.

Le CRDA dispose d'une équipe de maintenance commune aux périmètres de Ras Djebel, Aousja, El Alia et Menzel Jmile. En cas de problèmes jugés compliqués, il fait appel aux services des sociétés privés. L'équipe de maintenance au niveau du GDA est composée seulement d'un agent de maintenance, de ce fait, le GDA en général fait appel aux services de maintenance du CRDA pour les pannes dans les conduites en amiante ciment. Les entretiens réalisés par le CRDA, sont en général des entretiens curatifs, l'entretien le plus répandu est l'élimination des fuites dans les conduites principales. Alors que l'entretien le plus fréquent effectué par le GDA est le débouchage à cause de la mauvaise qualité de l'eau.

### **I.8. Réseau de distribution et de gestion**

La distribution de l'eau à l'intérieur du périmètre est assurée par un réseau ramifié alimentant les différentes parcelles gravitairement et fonctionnant à la demande 24 h/24 h sur la base d'un débit fictif du périmètre de 0.50 l/s/ha. Le périmètre est réparti en 9 secteurs hydrauliques comme suit:

- Secteur (1) Bhira Kebli : 370 ha
- Secteur (2) El Ghdire : 200 ha
- Secteur (3) El Kssoure : 280 ha
- Secteur (4) Dmen : 187 ha
- Secteur (5) Oued El Ajoule : 200 ha
- Secteur (6) Bni Atta : 300 ha
- Secteur (7) Guaa Balloute : 50 ha
- Secteur (8) Cap Zbib : 240 ha
- Secteur (9) Douar Hmouda : Extension de 160 ha.

Le réseau d'irrigation a été dimensionné pour fonctionner avec une pression de service de 3 à 4 bars. Sur la figure 2.9, on peut remarquer que la conduite souterraine AD<sub>0</sub> en frété béton et de diamètre 1400 mm amène l'eau gravitairement depuis le réservoir R3 au réseau de distribution de Ras Djebel. Ce réseau est constitué de 8 antennes. La conduite principale enterré AD1 alimente les secteurs 1, 2 et 3 alors que les conduites principales AD2, AD3, AD4, AD5, AD6, AD7 et AD8 alimentent les secteurs 4, 5, 6, 7 et 8. Le secteur 9 composé de l'extension de Douar Hmouda est alimenté à partir d'AD<sub>0</sub> et de l'extension Jedlène alimenté par retour du bassin R3. La conduite souterraine AD<sub>0</sub> en frété béton et de diamètre 1400 mm amène l'eau gravitairement depuis le réservoir R3 au réseau de distribution de Ras Djebel. Ce réseau est constitué de 8 antennes.



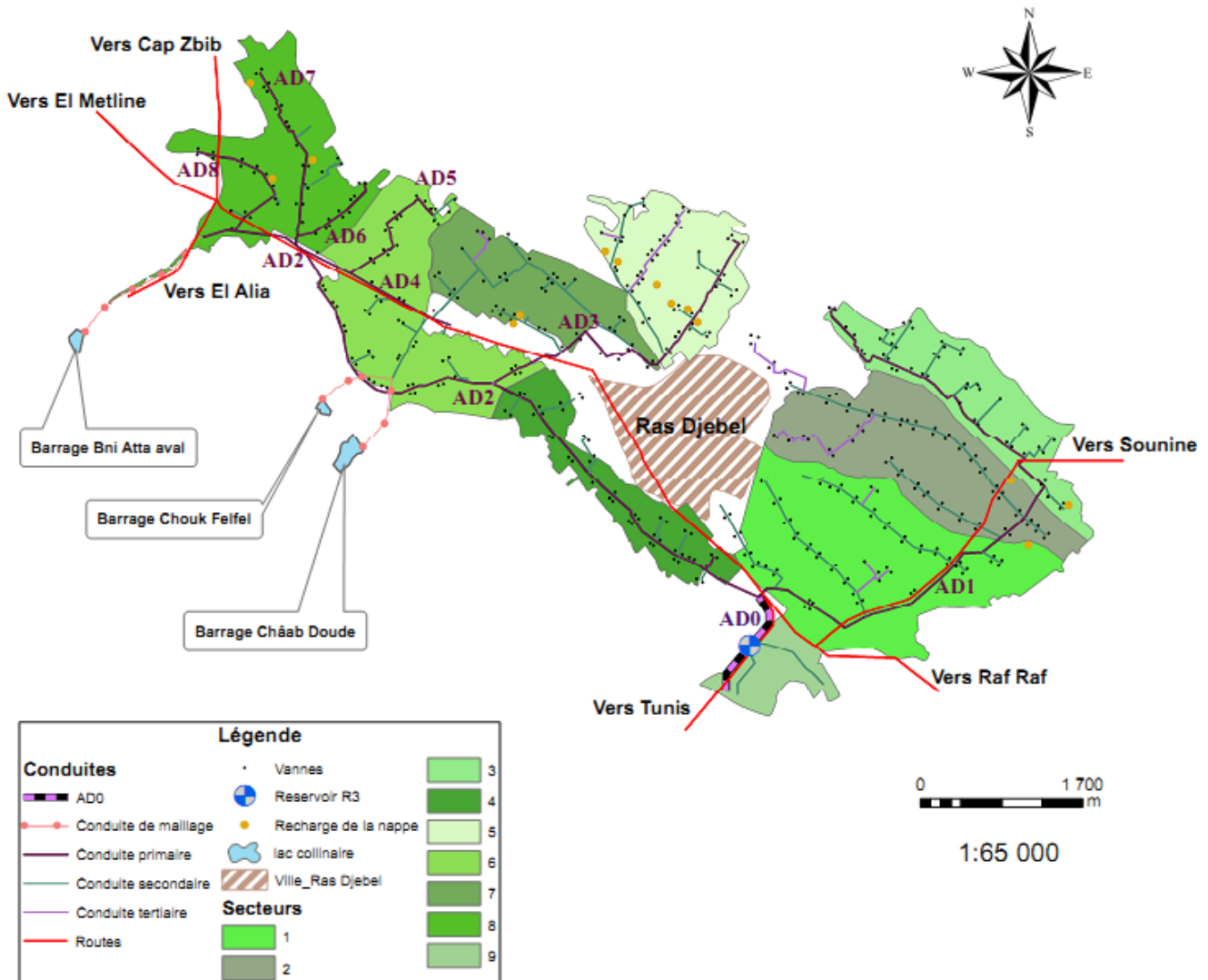
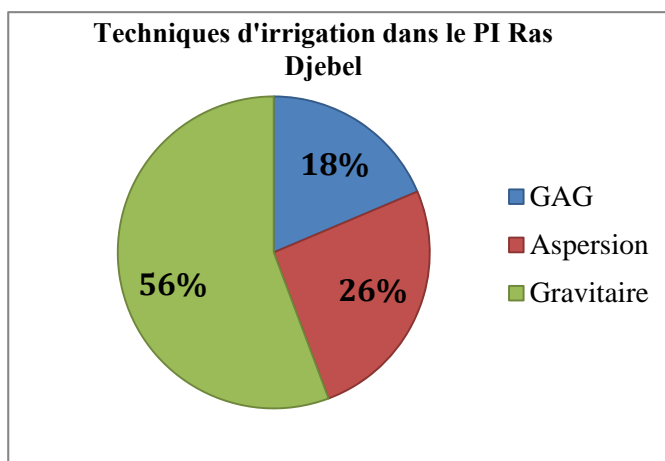


Figure 2.9 : Le réseau collectif d'alimentation en eau d'irrigation du périmètre de Ras Djebel

Ces conduites primaires amènent l'eau aux conduites secondaires sous pression qui alimentent un ensemble de bornes d'irrigation ainsi qu'un réseau tertiaire enterré qui livre l'eau aux parcelles. Le réseau est construit de conduites en frété béton pour des diamètres entre 1400 mm et 400 mm, et en amiante ciment pour les conduites de diamètre entre 400 et 80 mm. Pour les conduites dont le diamètre est inférieur à 80 mm et les conduites des extensions, elles sont en polyéthylène. Le nombre de bornes d'irrigation est de 709 bornes, dont 457 bornes sont exploitées. Chaque borne alimente 5 ha et a un débit de 3 l/s.

Les trois modes d'irrigation existaient dans le périmètre. La technique la plus pratiquée est l'irrigation gravitaire améliorée qui est bien maîtrisée dans cette zone. Elle consiste au remplacement des canaux en terre ("les seguias") par des gaines souples ou par des tuyaux en PVC, branchés sur la borne d'arrosage, pour transporter l'eau vers les bassins ou les micro-raies. La deuxième technique est l'irrigation par aspersion utilisée en général pour l'irrigation du persil, répandue dans le périmètre, et pour les cultures fourragères qui bénéficient d'un tarif de l'eau réduit. L'irrigation localisée est moins développée (figure 2.10). On estime que plus de 56% de la superficie est irriguée en mode gravitaire amélioré :



**Figure 2.10 : Les techniques d'irrigation dans le périmètre de Ras Djebel [CRDA, 2010]**

Le réseau fonctionne à la demande 24 h/24 h, mais 80 % des bornes du périmètre sont des bornes foyers qui regroupent en moyenne 5 ou 6 agriculteurs. Ces bornes en commun peuvent être surchargées pour atteindre 12 agriculteurs ou plus. Cette situation est provoquée par les faibles tailles des parcelles (4500 parcelles pour 709 bornes). L'irrigation est organisée en tour d'eau entre les agriculteurs de la même borne, et chacun fixe un jour ou plus pour irriguer selon ses besoins en eau et selon le nombre des agriculteurs qui partagent la borne.

Il y a eu un projet de densification des bornes d'irrigation qui a commencé en 1995, mais qui n'a été réalisé que partiellement à cause du manque de financement. Les agriculteurs qui veulent irriguer à partir de prises d'eau individuelles sont obligés de payer pour la borne et le compteur. Le réseau est fermé en hiver de Janvier jusqu'à Mars car il n'y a pas de demande.

#### **I.8.1. Comptage de l'eau : un système de comptage très précis VS. Un système d'évaluation forfaitaire**

La SECADENORD suit le volume d'eau alloué au CRDA à travers un débitmètre installé en au niveau du lac El Kherba (comptage amont), alors que le CRDA mesure le volume d'eau alloué au périmètre à travers deux débitmètres installés à l'entrée du réseau, l'un est sur la conduite AD1 alors que le deuxième est sur la conduite AD2, pour l'extension de Douar Hmouda, le CRDA utilise des compteurs mécaniques. Mais lors de la facturation au GDA, il utilise le volume relevé par la SECADENORD.

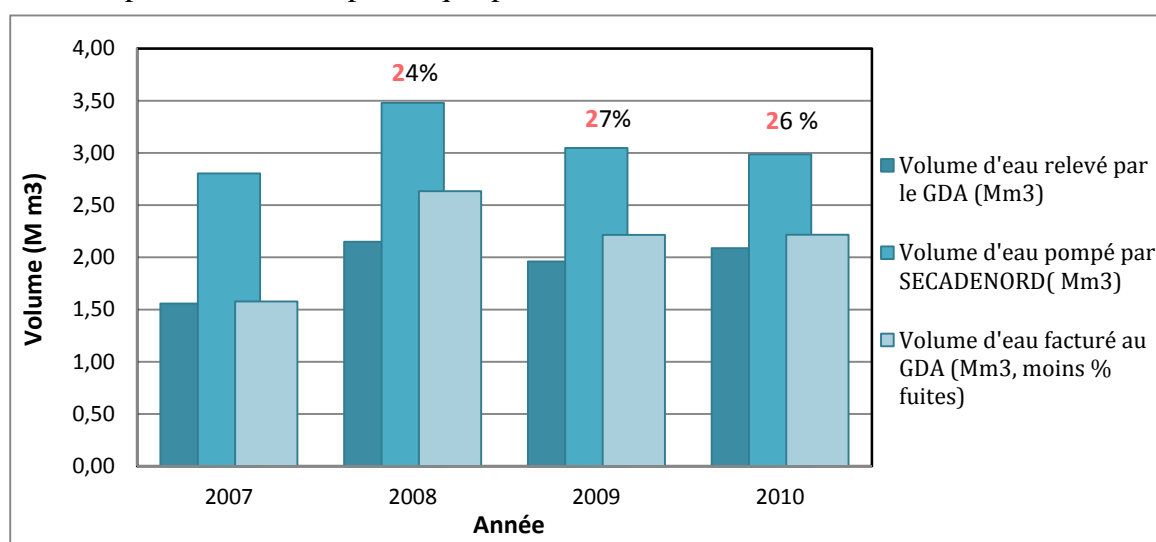
Le comptage par le GDA du volume d'eau distribué est appliqué à travers des compteurs mécaniques (180 compteurs) installés au niveau des bornes et des compteurs électroniques (21 aquacartes). Pour les bornes non équipés de compteurs ou avec des compteurs endommagés, le GDA estime le volume d'eau consommé selon la superficie et la culture pratiquée. Les agriculteurs bénéficient alors d'une tarification forfaitaire. Le volume annuel alloué au périmètre de Ras Djebel est de l'ordre de 2 Mm<sup>3</sup> (Tableau 2.3).

**Tableau 2.3: Comptage de l'eau par le CRDA**

Année	2007	2008	2009	2010
Volume_2 Débitmètres (m <sup>3</sup> )	2760092	3599077	2791254	3278699
Volume_Douar Hmouda (m <sup>3</sup> )	88180	119070	115668	109373
Volume total alloué par le CRDA (m <sup>3</sup> )	2848272	3718147	2906922	3388072
Volume de recharge de la nappe (m <sup>3</sup> )	683522	772932	501017	510346
Volume relevé par le CRDA (m <sup>3</sup> )	2164750	2945215	2405905	2877726
Volume pompé par le SECADENORD (m <sup>3</sup> )	2 803 868	3 480 187	3 047 403	2 986 044
Volume facturé au GDA (m <sup>3</sup> )	1576974	2634094	2215581	2216978
Volume relevé par le GDA (m <sup>3</sup> )	1556974	2150000	1961441	2087854

[CRDA, 2007,2008, 2010]

Avant la création du GDA, le CRDA facture le volume consommé à chaque AIC séparément. C'est l'AIC qui relève les volumes consommés. En 2007, les aiguadiers du GDA et du CRDA relèvent les consommations conjointement. Un an plus tard, le CRDA a commencé à facturer au GDA le volume relevé par le débitmètre du SECADENORD, d'où l'écart qui existe entre les volumes d'eau facturés par le CRDA et les volumes d'eau relevés par le GDA (figure 2.11). Afin de diminuer cette différence, le CRDA prend en compte un coefficient des pertes qui varie entre 20 et 30%, dont 15% sont pris en charge par la SECADENORD. Bien que les deux débitmètres du CRDA soient installés depuis 2008, le CRDA n'a commencé à utiliser le volume relevé par ces deux compteurs qu'après la révolution.

**Figure 2.11 : Comparaison entre le volume d'eau relevé par le GDA et le volume d'eau facturé par le CRDA (2007-2010)**

Le prix de vente du m<sup>3</sup> d'eau au CRDA appliqué par le SECADENORD est de 48 millimes, tandis que le CRDA vend l'eau au GDA selon deux tarifs, un tarif normal, où le m<sup>3</sup> d'eau est de

110 millimes et une tarification préférentielle pour les cultures fourragères où le prix d'un m<sup>3</sup> d'eau est de 55 millimes. Ainsi, pour l'agriculteur, le tarif réduit est de 70 millimes alors que le tarif normal est de 140 millimes.

### I.9. Cultures pratiquées et les pratiques agricoles

Au niveau du périmètre, l'activité agricole est principalement dédiée à la pratique de l'arboriculture (essentiellement les agrumes), les cultures maraîchères (pomme de terre et persil) et les cultures fourragères (maïs et sorgho). Les superficies des différentes cultures sont présentées dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 2.4: Occupation du sol du PPI Ras Djebel de 2008-2010**

Cultures	2008	2009	2010
Céréales (ha)	0	0	0
Fourrages hivers (ha)	100	700	650
Fourrages d'été (ha)	350	180	230
Maraichage d'hivers (ha)	600	450	500
Maraichage d'été (ha)	1500	250	200
Arboricultures (ha)	700	970	993
Autre (ha)	150	150	180
Superficie totale cultivée (ha)	3350	2700	2753
Superficie agricole utile (ha)	1987	1987	1987
Taux d'intensification (%)	164	136	139

[CTV Ras Djebel, 2011]

La carte 2.12 est réalisée à partir d'une image extraite du Google Earth PRO et numérisée en utilisant l'Arc Gis 1.3. Nous avons réalisé une classification des différentes cultures, en utilisant la photo-interprétation, qui se base sur le stade de développement, la signature spectrale et le codage couleur/canal.

On constate que la superficie des cultures maraîchères a diminué alors que la superficie de l'arboriculture et des cultures fourragères a augmenté. Les cultures maraîchères nécessitent plus de main d'œuvre dont le coût n'a pas cessé d'augmenter (15 à 20 Dt/jour), un prix d'eau jugé élevé par les agriculteurs, une difficulté de commercialisation et une stabilité des prix de vente vis-à-vis des prix des intrants qui n'ont pas cessé d'augmenter.

Le développement de la superficie de l'arboriculture est facilité par la possibilité de cultiver les cultures maraîchères en intercalaire (selon CTV en 2010, 553 arbres sont cultivés en intercalaire). La superficie des agrumes a augmenté grâce à la diminution de la salinité de l'eau de la nappe et les subventions de l'état.

La zone de Ras Djebel est connue par l'élevage bovin, vraisemblablement favorisée par un tarif d'eau réduit pour les cultures fourragères. Les pratiques culturales des agriculteurs de Ras Djebel se différencient selon le type de culture:

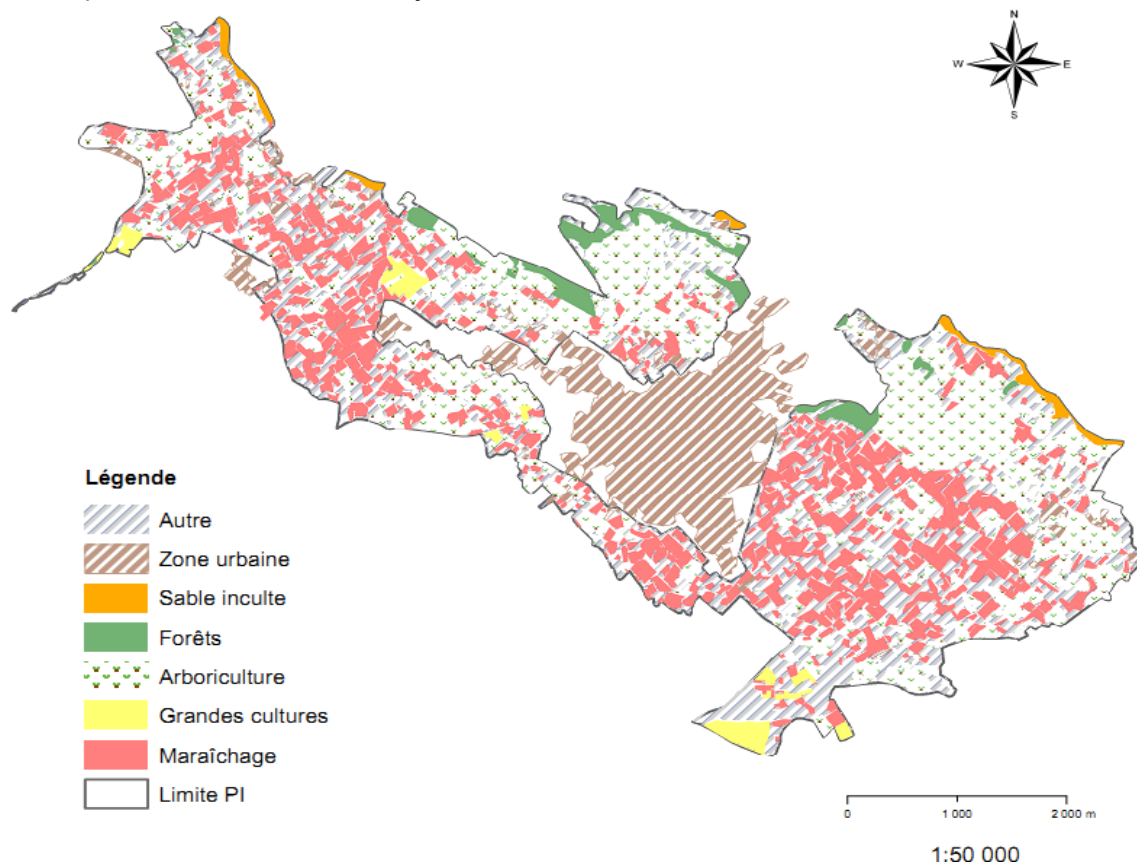


Figure 2.12 : Carte d'occupation du sol du PPI Ras Djebel (2010)

Pour les **agrumes** dont l'espacement adopté entre les arbres est de 6m/6m, la plupart des irrigants n'utilisent que l'eau du réseau collectif, à cause de la sensibilité des agrumes aux sels. En général, ils irriguent une fois/semaine en été jusqu'à remplissage des cuvettes aménagées au pied des arbres. Le travail du sol commence après chaque récolte depuis mars jusqu'à septembre, il commence par un labour de terre par la charrue à socs, suivi d'un désherbage et enfin par un apport de fumier ("ytheri" en arabe courant ; enrichir en français). Ce travail se termine par une préparation des cuvettes des arbres. La récolte commence depuis décembre et peut se poursuivre jusqu'à mars. Trois apports de traitement phytosanitaire sont nécessaires pour les agrumes.

La plupart des agriculteurs cultivent le maraîchage en intercalaire entre les arbres, afin de maintenir une deuxième source de revenus.

**La pomme de terre de saison** et le persil constituent les cultures maraîchères les plus pratiquées dans la zone d'étude : La préparation du sol pour la pomme de terre, commence depuis août jusqu'à fin janvier, suivi de semis en début du mois de février, l'irrigation se fait deux fois/semaine. Au début de développement, l'agriculteur couvre les semences de la terre ("tahthine" en arabe courant ; entourer en français). Six apports de traitements sont appliqués. La récolte est effectuée en juin.

Alors que pour **le persil**, le travail de sol consiste essentiellement au labour et l'élimination des mauvaises herbes qui est une étape primordiale, afin de diminuer la main d'œuvre, les agriculteurs procèdent en général par désherbage chimique. Il est cultivé durant toute l'année, le semis commence en automne et la récolte se fait après un mois et demi. Au début de son

développement, la technique utilisée est l'aspersion qui sera remplacée par la suite par l'irrigation localisée.

Quant aux *cultures fourragères*, elles sont cultivées en général par les agriculteurs qui pratiquent l'élevage des bovins. Afin de profiter d'un tarif d'eau réduit, la technique adoptée est l'aspersion. Le travail de sol se fait avant chaque semis en effectuant un labour par la charrue à soc et un lessivage. Elles sont cultivées depuis juin jusqu'à septembre, la récolte de maïs ou de sorgho se fait après deux mois du semis.

## II. Détermination des besoins en eau dans le périmètre irrigué de Ras Djebel

### II.1. Cultures pratiquées actuellement dans le périmètre de Ras Djebel

Avec l'aide du chef CTV, on a essayé d'établir l'occupation du sol durant la saison 2010/2011 tel que présentée dans le tableau 2.5. Afin de déterminer la demande en eau agricole, on a utilisé l'approche climatique basée sur le modèle :

$$ETM = ET_0 \times K_c \quad (1)$$

Avec  $ET_0$  est l'évaporation de référence en mm/j et  $K_c$  est le coefficient cultural qui dépend de l'espèce végétale et son stade de croissance et de développement.

**Tableau 2.5: Superficies des cultures du PPI de Ras Djebel**

Culture	Superficie (ha)
<i>C. Maraîchères</i>	
Pomme de terre de saison	600
Persil	270
Tomate, piment	120
<i>C. Fourragères</i>	
Sorgho, maïs	70
<i>Arboriculture</i>	
Agrumes	846

### II.2. Evapotranspiration de référence $ET_0$

Les valeurs de l'évapotranspiration moyenne journalière tel que calculée par la méthode de Penman-Monteith sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 2.6: L'évapotranspiration de référence  $ET_0$**

	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
<b><math>ET_0</math> (mm/jour)</b>	1,50	1,40	2,20	3,00	3,90	5,10	5,90	5,30	3,90	2,60	1,70	1,10	37,60
<b><math>ET_0</math> (mm/mois)</b>	46,5	39,2	68,2	90,0	120,9	153,0	182,9	164,3	117,0	80,6	51,0	34,1	1147,7

(AHT, 1996)

On note de faibles valeurs d' $ET_0$  durant les mois de Décembre, Janvier et Février avec une moyenne de 39.9 mm/mois. Les valeurs les plus élevées sont observées au cours du mois de juillet avec un maximum de 182.9 mm/mois.

### II.3. Evaluation des besoins en eau

Ainsi pour chaque mois du cycle, on détermine le besoin en eau de chaque culture, exprimé en mm, selon la formule suivante :

$$BEC = \sum_{t=0}^{T=T_{max}} (ET_0 \times K_c) \quad (2)$$

Avec:

- $t_0$ : Début de l'année agricole
- $T_{max}$ : Fin de l'année agricole

Dans une deuxième étape, on a calculé le besoin net en eau d'irrigation  $B_n$ , qui est le volume d'eau qui doit être apporté par l'irrigation en complément avec la pluviométrie :

$$B_n = BEC - P_e \quad (3)$$

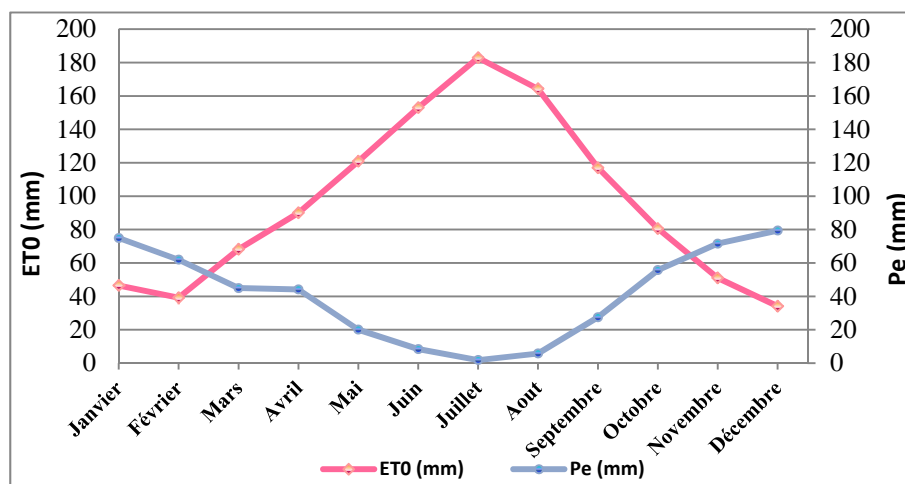
### II.4. Calcul de la pluie efficace

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
<b>P moy (mm)</b>	87,0	69,7	48,7	47,8	20,7	8,5	1,8	5,8	28,8	61,8	82,4	93,3	556,3
<b>Pe (mm)</b>	74,9	61,9	44,9	44,1	20,0	8,4	1,8	5,8	27,5	55,7	71,5	79,3	496,0

Pour l'estimation de la pluie efficace, on a retenu le modèle proposé par le département américain de l'agriculture USDA, détaillé dans le bulletin 25 de la FAO (Tableau 2.7).

**Tableau 2.7: calcul de la pluviométrie efficace**

On remarque que la pluviométrie la plus faible est observée durant le mois de Juillet. Afin de déterminer les mois où il y a plus besoin d'apporter une irrigation complémentaire à la pluie, on a présenté la figure suivante :



**Figure 2.13 : Et<sub>0</sub> et pluie efficace**

D'après cette figure, il faut apporter un complément d'irrigation à partir du mois de mars jusqu'à le mois d'octobre. Le déficit climatique ( $ET_0 - Pe$ ) atteint en moyenne 180 mm durant le mois de Juillet. Juillet représente ainsi le mois de pointe pour les besoins en eau des cultures.

## II.5. Résultats du calcul du besoin en eau des cultures

Le besoin net d'irrigation annuel obtenu est de  $3871.5 \text{ m}^3/\text{ha}$ , alors que le besoin net en mois de pointe est de  $767,6 \text{ m}^3/\text{ha}$ . Le besoin mensuel de chaque culture est présenté dans le tableau 2.8. Connaissant les besoins unitaires de chaque culture, on a déterminé les besoins globaux du périmètre irrigué. Dans cette estimation, on a considéré une efficacité globale du système d'irrigation de 0,75 (SCET, 1995). Ainsi, le besoin brut du périmètre est de  $4840 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{an}$ .

Pour une superficie totale de 1987 ha, le besoin total annuel du périmètre irrigué de Ras Djebel est de  $9.6 \text{ Mm}^3$ . Un calcul détaillé des besoins en eau est présenté dans l'annexe 3.

**Tableau 2.8: Besoin net calculé des cultures du périmètre irrigué de Ras Djebel ( $\text{m}^3/\text{ha}$ )**

Culture	Superficie (ha)	Mois	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
Pomme de terre (saison)	600	Besoin net ( $\text{m}^3/\text{ha}$ )	0	0	28	504	1069	988	0	0	0	0	0	0	2590
Persil	270		0	0	233	0	0	0	0	0	0	289	0	0	522
Tomate	120		0	0	0	0	0	682	1354	1585	778	0	0	0	4399
Arboriculture (agrumes)	846		0	0	131	324	828	1217	1537	1338	719	128	0	0	6223
Fourragères (maïs/sorgho)	70		0	0	0	0	102	452	896	1174	310	0	0	0	2935

Dans le cas de ce périmètre, le volume pompé de la nappe souterraine et le volume alloué par le SECADENORD, sont de l'ordre de  $12 \text{ Mm}^3$ , en revanche le besoin brut du périmètre est de  $9.6 \text{ Mm}^3$ . Ainsi le besoin est nettement inférieur au disponible.



## ***Chapitre II: Perception des agriculteurs des différents problèmes dans le périmètre de Ras Djebel***

---

### **I. Entretiens semi structurés**

**Méthodologie :** Le type d'entretien utilisé a fait l'objet d'une attention particulière. Suivre un questionnaire aurait normalisé le processus de collecte de données et simplifié son analyse. Par contre, il aurait limité la profondeur des informations recueillies en imposant des réponses potentielles des personnes interrogées (Carr et al, 2010). On avait besoin d'apprendre les différents problèmes des agriculteurs dans ce périmètre. Ainsi on a procédé à des entretiens semi-directifs individuels réalisés auprès des agriculteurs, des gestionnaires du GDA de Ras Djebel et des responsables du CRDA de Bizerte. Cette méthode axée sur la collecte des informations sur les différentes contraintes du périmètre, permet de donner aux interviewers la possibilité de soulever des questions de leurs choix et de développer la conversation sur les points qu'ils considèrent particulièrement importants et prioritaires.

En commençant par un aperçu historique comme première interrogation, l'agriculteur a du temps pour se détendre et parler spontanément de ses problèmes, ceci est très important vu la nature des discussions concernant surtout les problèmes de gestion d'eau dans la région. Le guide d'entretien consiste en une liste de questions ouvertes, la majorité de ces questions ne sont pas conçues à l'avance. Elles sont créées lors de l'entretien permettant ainsi plus de flexibilité pour discuter des détails de ces problèmes (FAO, 1990 ; Vendersypen et al, 2008).

31 entretiens semi directifs ont été effectués avec les agriculteurs tout en considérant une diversité de situation et de localisation dans le périmètre, ainsi que 12 entretiens réalisés avec des gestionnaires de l'administration et du GDA (voir annexe 4).

Concernant la gestion du réseau collectif, les entretiens ont révélé plusieurs problèmes :

#### **I.1. Gestion**

##### **I.1.1. Comptage par estimation**

###### Agriculteurs

Les agriculteurs ont rapporté que dans le cas de défaillance ou d'inexistence de compteur, le volume d'eau consommé est estimé selon le GDA. C'est ce qu'ils appellent "forfaitaire" ou ("Takwime" : en arabe courant, estimation : en français). L'utilisation de l'estimation est due d'une part, à la détérioration des compteurs par plusieurs irrigants afin d'éviter de payer leur consommation réelle, et d'autre part à l'incapacité des agriculteurs de remplacer les compteurs défaillants par manque de moyens financiers. Les agriculteurs qui ont des compteurs fonctionnels se plaignent de l'iniquité entre les agriculteurs jugés selon leurs consommations réelles et ceux jugés selon le besoin en eau de leurs parcelles. Ils estiment que ces derniers payent moins. Cependant, ceux qui payent par estimation, indiquent qu'avec ce système, même si leur consommation réelle est plus faible que celle estimée (période de semis, irrigation complémentaire par un puits), ils sont obligés de payer le volume indiqué par le barème.

## GDA

le GDA évalue le volume consommé par chaque agriculteur en se basant sur un barème préparé par le CRDA de Bizerte qui estime le besoin mensuel de chaque culture en tenant compte de la technique d'irrigation, et sur la superficie de chaque exploitation agricole. Le GDA estime que ceux qui payent selon le barème, irriguent avec des volumes excédentaires aux besoins de leurs cultures. Selon les gestionnaires du GDA, plusieurs agriculteurs qui ont eu une grande consommation d'eau, détruisent les compteurs, conscients que le GDA n'a pas les moyens de les obliger à remplacer ces compteurs et payer le volume réel consommé, ils passent au système forfaitaire. Ce phénomène qu'ils appellent " le trafic de compteur" a été accentué après la révolution. D'autres ont indiqué que la facturation forfaitaire ne permet pas de connaître le volume réel consommé par les agriculteurs, d'où le décalage entre le volume d'eau relevé par le GDA et le volume d'eau relevé par le CRDA. Ils considèrent que le taux de perte estimé par le CRDA est faible.

## CRDA

L'administration affirme que le système "forfaitaire" l'empêche de contrôler le volume d'eau déclaré par le GDA. Les responsables considèrent que le manque d'entretien est la cause principale du problème de décalage et qu'un taux de perte autour de 20% est largement suffisant. Selon eux, le GDA doit renforcer la maintenance du réseau et réduire les fuites.

## Discussion

Le comptage par estimation a engendré une iniquité remarquable entre les agriculteurs qui ont des bornes équipées de compteurs et les agriculteurs qui profitent de la tarification forfaitaire. Ces derniers ont en général une conduite caractérisée par une surconsommation et un gaspillage d'eau. Les entretiens ont révélé que l'écart élevé entre la quantité d'eau facturée par le CRDA et celle estimée par le GDA est aussi expliqué par :

- le manque d'entretien des conduites et des fuites importantes dans le réseau ;
- un envasement des conduites et une réduction de leurs diamètres, qui influence le volume mesuré par les débitmètres (le débit est en fonction de la vitesse de l'eau et le diamètre des conduites, l'envasement de ces conduites peut engendrer une augmentation de la vitesse détectée, d'où le volume d'eau relevé peut être différent du volume réel).

### **I.1.2. Borne foyer**

#### Agriculteurs

L'organisation du tour d'eau diffère d'une borne à l'autre. Certains agriculteurs irriguent à partir d'une borne contrôlée par un chef de borne. Ils ont expliqué que le premier qui demande au GDA d'ouvrir la borne d'irrigation, est nommé chef de borne : « Le premier qui prend les clés de la prise d'eau, prend toute les responsabilités avec ». Il doit alors vérifier les index relevés par chaque agriculteur et les introduire dans un cahier commun à tous les utilisateurs de la même borne. Il joue aussi le rôle de supervision et d'interdiction d'irrigation pour ceux qui n'ont pas payé. Il est aussi obligé de payer tout décalage entre le volume relevé par le GDA et le volume noté par les agriculteurs. Aujourd'hui la plupart des agriculteurs fuient cette responsabilité. D'autres agriculteurs utilisent des bornes sans chef. Ils ont expliqué que chaque irrigant note l'index de début et de fin d'irrigation dans un cahier commun, qu'ils apportent par

la suite au GDA. En cas de décalage, ils peuvent déterminer l'agriculteur qui a marqué un faux index. Un troisième groupe d'agriculteurs irriguent depuis des bornes sans avoir un chef de borne, ni un cahier. Chacun note les index et les donne directement au GDA. Dans ce dernier cas, les irrigants ont rapporté que les problèmes de vols sont plus accentués et qu'en cas de décalage, ils sont obligés de payer la somme qui manque et qui parfois peut être très élevée.

L'organisation du tour d'eau consiste à partager les jours selon le nombre d'irrigants/borne, tout en donnant la priorité aux agriculteurs qui ont de grandes superficies ou qui pratiquent des cultures plus exigeantes en eau. Plusieurs agriculteurs ont affirmé que "Quand les superficies des irrigants sont grandes, c'est là que les problèmes commencent". En effet, lorsque la borne est surchargée ou si les agriculteurs ont des superficies grandes, il est très difficile d'arriver à satisfaire leurs besoins en eau même s'ils sont bien organisés.

Quel que soit le type d'organisation, la plupart des agriculteurs ont déclaré que le vol d'eau est l'un des plus grands problèmes du périmètre. Plusieurs irrigants refusent de payer. D'autres déclarent des volumes consommés inférieurs aux réels ou détruisent les compteurs. Les agriculteurs considèrent qu'il n'y a aucune pénalisation pour tels actes, et qu'ils sont obligés de payer le volume volé afin d'éviter la fermeture de la borne par le GDA. Afin de fuir ces problèmes, plusieurs agriculteurs ont installé des prises individuelles. Néanmoins, cette solution n'est pas à la portée de tous, vu le coût élevé de l'installation (à peu près 1000 dinars).

### GDA

Selon le personnel du GDA, chaque agriculteur doit avoir un contrat d'abonnement à l'eau d'irrigation annuellement, même dans le cas de borne foyer. Ainsi il considère qu'avoir un chef de borne est interdit malgré qu'il assure une bonne organisation du tour d'eau.

Les gestionnaires ont rapporté que l'utilisation des bornes communes a engendré plusieurs problèmes dans le périmètre tel que le décalage entre le volume relevé à partir des compteurs et celui déclaré par les agriculteurs, ainsi que des tensions entre les agriculteurs. Ils estiment que ces derniers sont obligés de s'entraider afin d'assurer la satisfaction de leurs besoins en eau. Concernant les problèmes de vols d'eau, ils ont expliqué qu'ils essayaient en général d'intervenir et résoudre les conflits entre les agriculteurs, afin d'éviter la fermeture des prises d'eau, qui peut causer des graves dégâts pour les cultures.

### Administration

Les responsables du CRDA ont expliqué qu'il y a eu un projet de densification des bornes qui consistait à ajouter et déplacer des prises d'eau selon le besoin, mais par manque de moyens financiers il n'a duré que 3 ans. Ils considèrent que « le projet de densification est toujours actif mais à travers les investissements réalisés par les agriculteurs ». L'agriculteur doit présenter une étude technique à une commission commune entre le GDA et l'administration. Si la demande est acceptée, il se charge de l'installation de la borne.

### Discussion

Les règles d'exploitation de la borne sont établies par les agriculteurs en fonction du nombre d'irrigants/borne et du besoin en eau de chaque agriculteur. Le GDA n'intervient qu'en cas de conflits. Il propose en général l'installation de bornes individuelles, solution que les agriculteurs considèrent généralement comme une responsabilité du GDA ou de

l'administration. Les agriculteurs qui ont des bornes individuelles parlent en général « d'obligation » et non pas de « choix ». Ils considèrent qu'ils sont obligés d'installer des bornes individuelles afin de fuir les différents problèmes des bornes foyer et arriver à satisfaire leurs besoins en eau.

A cause de ces bornes communes, il y a le plus souvent un décalage entre le volume relevé par le GDA à partir des compteurs volumétriques et les volumes déclarés par les agriculteurs. Dans ce cas : "Fermer la borne ou payer le volume volé", les agriculteurs n'ont pas d'autres choix.

L'existence de bornes au milieu de la parcelle due à un décalage entre le plan de bornage réalisé et la structure foncière existante, ainsi que l'existence de bornes surchargées sont des problèmes qui doivent actuellement être résolus par les agriculteurs qui se chargent du financement et de l'étude de création de nouvelles bornes individuelles. Ces études sont-elles réalisées selon les normes ?

## **I.2. Qualité de l'eau de SECADENORD**

### Agriculteurs

Les agriculteurs se plaignent de la mauvaise qualité de l'eau, elle est sale et très chargée "Parfois ce n'est que de la boue". Ceux qui utilisent l'aspersion ou le GAG sont obligés de nettoyer régulièrement les filtres et parfois de les enlever totalement afin d'éviter la baisse de pression.

### GDA

Les gestionnaires du GDA ont rapporté qu'à cause de la mauvaise qualité, les agriculteurs réclament toujours le débouchage des filtres « boîte à boue ».

### Administration

Ceux qui se chargent de la maintenance ont affirmé que la qualité de l'eau est mauvaise, elle est chargée et corrosive ce qui entraîne des problèmes d'envasement et de corrosion.

### Discussion

Le manque d'entretien et l'absence des opérations de dévasement des conduites peuvent être à l'origine de la dégradation de la qualité de l'eau du réseau collectif.

## **I.3. Techniques d'irrigation**

### Agriculteurs

L'irrigation gravitaire est une technique majoritaire dans ce périmètre, dont son choix est expliqué selon les agriculteurs par le coût élevé d'installation des techniques modernes (figure 2.14) et par la difficulté d'accès aux subventions. Ils ont affirmé aussi, que la procédure de la demande des subventions est lente et difficile : "Ceux qui profitent des subventions sont les grands exploitants et non pas ceux qui ont réellement besoin". Pour les jeunes agriculteurs qui ont profité de crédits de la part de l'APIA pour installer ces techniques : " avec le CRDA, c'est très difficile d'avoir des subventions et les procédures sont très longues". Les locataires ont rapporté que les agriculteurs de la zone de Ras Djebel ne font pas de contrats de location, "la parole c'est la seule garantie". Ainsi ils sont incapables de profiter des subventions.

Une troisième classe d'agriculteurs généralement âgés, ont révélé que les faibles superficies de leurs parcelles ne les encouragent pas à avoir des nouvelles installations, et qu'ils ne pensent pas à moderniser leurs systèmes d'irrigation. Certains ont affirmé que la mauvaise qualité de

l'eau chargée ne les incite pas à utiliser le GAG, il y aura selon eux toujours des problèmes de débouchage des filtres.

#### Administration

L'état tunisien incite les agriculteurs à utiliser les techniques d'irrigation localisée en subventionnant entre 40 et 60 % le prix du matériel.

#### Discussion

La plupart des agriculteurs sont conscients des volumes importants d'eau que requiert l'irrigation gravitaire et de la nécessité de moderniser leurs techniques. Cette prise de conscience est renforcée par le prix élevé de l'eau et l'augmentation des charges de la main d'œuvre.



**Figure 2.14: Système d'irrigation gravitaire**

### **I.4. Prix d'eau**

#### Agriculteurs

Le prix d'eau est l'un des problèmes le plus cité par les agriculteurs. Cultivant de l'arboriculture ou du maraîchage, le prix d'eau reste pour eux toujours élevé et a un effet sur leurs choix de culture. Selon les anciens agriculteurs ce tarif était au début de « 51 millimes » n'a pas cessé d'augmenter. Plusieurs agriculteurs ont abandonné le maraîchage au profit de l'arboriculture. Selon eux, contrairement à l'arboriculture, les cultures maraîchères consomment beaucoup d'eau alors que son prix de vente est toujours constant et faible. Afin de diminuer les charges d'eau, les irrigants préfèrent utiliser les puits s'ils ont une faible salinité ou faire le mélange dans les conduites, si la salinité est élevée. Les agriculteurs ont affirmé que les vols d'eau sont dus essentiellement au prix élevé de l'eau « le prix élevé oblige ces gens à voler l'eau et casser les compteurs, on doit les comprendre ». Ils se demandent pourquoi il n'y a pas d'unification du prix d'eau

#### GDA

Les gestionnaires du GDA ont rapporté qu'ils ne profitent que de 30 millimes pour le tarif A et de 15 millimes pour le tarif B, ils considèrent que ce faible profit est insuffisant et ne peut pas couvrir les charges de maintenance ou les salaires des employés.

### CRDA

Les responsables du CRDA ont affirmé que l'étude du coût d'eau a été refaite et que le coût réel dépasse 500 millimes. Les agriculteurs doivent donc être satisfaits avec ce prix. Ils ont affirmé que le prix d'eau n'a pas augmenté depuis plusieurs années, mais que la part payée au GDA n'a pas évolué depuis la création des AIC. Par contre les charges du GDA et le prix d'eau ont augmenté.

### Discussion

Tous les agriculteurs se plaignent du prix d'eau jugé cher, mais la majorité n'a aucune idée pourquoi l'eau a un tel prix. Le SECADENORD qui assure la maintenance des grands barrages et des grandes conduites ne touche que 42 millimes pour ces grands ouvrages, alors que le CRDA dont les charges de maintenance sont faibles puisqu'elle n'assure que la maintenance des conduites de diamètres supérieurs à 400 mm, a un profit de 68 millimes. Le GDA ne profite que de 30 millimes, une somme insuffisante qui a été établie sans consentement du GDA et qui n'a pas évolué depuis 11 ans.

## **I.5. Maintenance du système irrigué**

### Agriculteurs

Les agriculteurs ont rapporté qu'il y a des cassures et des fuites régulières des conduites, même dans les zones renouvelées tel que Guâa Balloute. L'intervention du GDA est jugée rapide lorsqu'il s'agit de fuites simples, mais lente concernant des casses plus graves. Ils ont avisé que la diminution de la pression de l'eau à cause du bouchage du filtre de la borne est aussi un problème régulier dans le périmètre, et que les pistes agricoles non entretenues les empêchent d'accéder à leurs parcelles pendant la période hivernale.

### GDA

Le personnel du GDA a affirmé qu'à cause de l'âge du réseau, les conduites se cassent très vite surtout dans les sols argileux, et que les conduites en amiante ciment et les bornes très anciennes nécessitent toujours des réparations. Afin d'éviter une coupure d'eau prolongée, il a rapporté qu'il essaye en général d'intervenir seul sans attendre le service de maintenance du CRDA. Le responsable de maintenance a signalé qu'il n'existe aucune maintenance de routine. Le GDA intervient seulement suite aux réclamations des agriculteurs ou des aiguadiers. Mais le nombre insuffisant des aiguadiers et la grande superficie du périmètre est grande, d'où la difficulté à détecter tous les problèmes du réseau. Il a affirmé qu'à cause de la mauvaise qualité de l'eau, le débouchage des boîtes à boue est devenu l'entretien le plus fréquent du GDA. Les gestionnaires concluent que la maintenance des conduites en polyéthylène est maîtrisable, mais qu'ils rencontrent des difficultés avec les conduites en amiante ciment, même pour des diamètres faibles.

### CRDA

Selon les agents de maintenance du CRDA, le réseau est mal entretenu par manque des moyens financiers. Il n'existe aucun entretien préventif, et le CRDA n'intervient que suite à un appel du GDA. Les fuites dans les conduites principales anciennes sont répétées. Le CRDA essaye d'intervenir rapidement, car ces fuites peuvent engendrer des graves dégâts pour les cultures ainsi que la corrosion des pièces à cause de la mauvaise qualité de l'eau.

Selon le responsable de maintenance, le réseau d'irrigation de Ras Djebel rencontre un problème particulier d'envasement, dû à la qualité de l'eau chargée de boue, qui réduit d'une façon sensible la pression ainsi que la capacité des conduites principales. La solution technique pour ce problème est le rinçage des conduites avec une vitesse élevée, ce qui n'est pas possible vu l'absence d'un exutoire. Il conclut que malgré les efforts du GDA, son intervention reste insuffisante et faible. Même pour des diamètres de 80 mm, il fait appel à l'équipe du CRDA.

### Discussion

L'âge prévu du réseau est de 30 ans, et son âge actuel est de 22 ans. Le réseau nécessite un renforcement de la maintenance, alors que même les entretiens de routine sont absents. L'envasement des conduites a affecté la qualité de l'eau du réseau et la présence de fuites régulières engendre un décalage important entre le volume d'eau relevé par le GDA et le volume relevé par les débitmètres (figure 2.15).



**Figure 2.15 : Exemple d'une fuite dans l'un des ouvrages**

### **I.6. Qualité de l'eau souterraine à Ras Djebel**

L'intensité du problème de la qualité de l'eau souterraine révélée durant les entretiens avec les agriculteurs a varié d'un secteur à l'autre. Ainsi, on a mené des entretiens avec les aiguadiers qui possèdent une certaine connaissance sur les zones irriguées principalement à partir des puits et les zones où la mauvaise qualité de la nappe oblige les agriculteurs à irriguer depuis la borne. On a organisé aussi des entretiens avec les gestionnaires de l'administration qui s'occupent de la recharge de la nappe de Ras Djebel.

#### Agriculteurs

La plupart des agriculteurs dont les parcelles se trouvent dans les secteurs 4 (Dmen) et tous les agriculteurs du secteur 9 (Douar Hmouda), irriguent seulement à partir de l'eau du réseau collectif. Les secteurs, où la plupart des agriculteurs ont décrit un état de surexploitation de la nappe sont les secteurs 1 et 2. Hormis quelques agriculteurs qui ont des puits près des sites de recharge, plusieurs agriculteurs ont rapporté que malgré une salinité acceptable, le niveau d'eau dans les puits est très faible, d'autres ont affirmé que le niveau d'eau est acceptable dans leurs puits, mais la salinité est très élevée (5.7 g/l). Ainsi, la majorité a expliqué qu'elle irrigue principalement depuis l'eau de la borne et que l'eau du puits est utilisée comme une source complémentaire en cas de besoin. Afin de diminuer la charge de l'eau d'irrigation, des agriculteurs procèdent au mélange de l'eau du puits et de la borne dans les conduites (figure



2.16). D'autres transportent l'eau à partir de puits éloignés mais qui ont un niveau plus élevé et une bonne qualité.

Un autre groupe d'agriculteurs plus âgés qui ont été les témoins de la dégradation de la qualité de l'eau de la nappe, ont expliqué qu'en 1988, toutes leurs arbres étaient morts à cause de la salinité, mais grâce à l'eau du réseau, ils ont réussi à les rajeunir. Ainsi, ils préfèrent irriguer les arbres et surtout les agrumes à partir de l'eau du réseau.

Dans les secteurs 3 et 5, les agriculteurs ont révélé que durant la période de sécheresse (1980), le niveau d'eau a diminué et la salinité de la nappe a augmenté, dépassant 5 g/l (il y a des puits avec 8 g/l). Mais, la qualité s'est améliorée après l'introduction de l'eau de la borne dans le périmètre. Ils irriguent à partir des puits et utilisent le réseau comme source complémentaire.

Dans les secteurs 6 et 8, la qualité de l'eau est très bonne et le niveau d'eau est élevé, même durant la période de sécheresse. Les agriculteurs ont expliqué que dans cette zone, il y a un puits tous les 4 ou 5 hectares. Pour ceux qui n'ont pas de puits, ils sont obligés d'irriguer à partir du réseau, ou d'utiliser le puits d'un voisin en divisant soit les charges du moteur ou en payant l'eau ( le prix du pompage durant une heure est de 1 dt).

La majorité des irrigants dans ces secteurs préfèrent irriguer à partir de l'eau du puits : « l'eau de la borne est chargée, mais l'eau de la nappe est vivante ». Ces agriculteurs irriguent aussi l'arboriculture à partir des puits, contrairement à d'autres secteurs, ils estiment que l'eau de la borne contient de l'acide et a un effet néfaste sur les arbres.

Enfin pour le secteur 7, la salinité de l'eau de la nappe est acceptable, mais les opinions des irrigants concernant le niveau de l'eau a varié de très faible à élevé.



Figure 2.16 : Exemple d'un agriculteur qui fait le mélange dans les conduites

### GDA

Les gestionnaires du GDA ont affirmé que cette année, la plupart des agriculteurs irriguent à partir de la borne et que le niveau d'eau dans les puits est faible. Les aiguadiers ont révélé que ceux qui profitent d'une bonne qualité de l'eau de la nappe et d'un niveau d'eau élevé sont les secteurs 5, 6 et 8.



### Administration

Selon l'administration, à part les secteurs 4 et 9 qui ne contiennent pas de puits, et le secteur 1 qui est caractérisé par un nombre de puits faible et une salinité d'eau élevée, tous les autres puits sont exploités et ont une qualité acceptable surtout pour les secteurs 6 et 8. Pour le secteur 7, ils ont affirmé que l'irrigation se fait principalement à partir de l'eau de la nappe et que le nombre de bornes dans cette zone ne dépasse pas 50.

### **I.7. Recharge artificielle de la nappe**

#### Agriculteurs

Certains agriculteurs affirment que l'amélioration de la qualité de la nappe est due à l'augmentation de la pluviométrie durant ces dernières années et à l'introduction de l'eau de SECADENORD. D'autres ont déclaré que la recharge a été efficace. Ils encouragent l'état à continuer ce projet et demandent d'augmenter le nombre des sites.

#### Administration

Bien que l'état fournisse 1 Mm<sup>3</sup> divisé entre Ras Djebel et El Alia, les gestionnaires ont affirmé qu'il y a un problème d'envasement dans les puits utilisés comme sites de recharge et leur capacité est en général faible (à l'exception de la carrière de Sidi Guebbari). Dans ce cas le CRDA est obligé de fermer ces sites, parmi les 13 puits, 6 puits ne sont plus utilisés d'où la réduction du volume de la recharge artificielle. Ils se plaignent de la conduite des agriculteurs propriétaires de ces puits de recharge, qui ferment la borne ou jouent sur le débit, ainsi le volume réel rechargé est très différent du volume prévu.

#### Discussion

Le projet d'aménagement du PPI Ras Djebel, a été introduit afin de sauvegarder ce périmètre. Le but était d'apporter une irrigation complémentaire à l'irrigation à partir des puits (l'irrigation à partir du réseau ne fournit que 1/3 des besoins en eau du périmètre), mais l'irrigation à partir des puits est devenue une source complémentaire d'irrigation.

Pour les problèmes d'approvisionnement en intrants et commercialisation des produits, les entretiens ont révélé les problèmes suivants :

### **I.8. Charges des intrants**

#### Agriculteurs

Plusieurs agriculteurs ont révélé qu'ils s'approvisionnent à la SMSA (Société Mutuelle de Service Agricole) de Ras Djebel ou chez des fournisseurs privés selon la disponibilité des produits et non pas selon les prix qui sont les mêmes. D'autres ne traitent qu'avec la SMSA de Ras Djebel car ils sont des adhérents et bénéficient d'un pourcentage du revenu de la SMSA à la fin de chaque année agricole. La majorité des agriculteurs se plaignent des prix élevés des fertilisants et des produits phytosanitaires, qui n'ont pas cessé d'augmenter, alors que le prix de vente de leurs produits est presque constant : « Le prix augmente régulièrement, aujourd'hui on trouve des produits dont le 1L est à 170 dt ». Les éleveurs en particulier ont affirmé que le prix de l'alimentation du bétail est très cher et que pour diminuer leurs charges, ils ont tendance à cultiver des fourrages.

## **I.9. Difficultés de commercialisation**

### Agriculteurs

Des agriculteurs font appel à des intermédiaires : l'agriculteur récolte lui-même ses produits et négocie ensuite avec l'intermédiaire un prix d'une partie ou de l'ensemble de la récolte. Dans ce cas, l'agriculteur ne supporte pas le coût de transport. Mais l'inconvénient est qu'il est obligé de vendre à des prix bas. Dans un deuxième cas, il s'agit de la « vente sur pied » qui consiste à vendre l'ensemble d'une culture avant la récolte. Les intermédiaires sont appelés « khaddar ». Ainsi, l'agriculteur n'est plus responsable ni des frais de la récolte ni du transport, mais le problème selon eux est qu'en général le prix de vente est relativement bas.

Un autre groupe d'agriculteurs a expliqué que la commercialisation des produits se fait au marché de gros à proximité de Tunis « Bir Kassâa ». Certains transportent et vendent eux-mêmes leurs produits, et se plaignent des charges élevées de transport et des taxes. La majorité a déclaré qu'elle utilise des commissionnaires (appelés « hammara ») qui se chargent de la vente des produits dans le marché central. Cependant, ils ont affirmé que les marges prélevées par les commissionnaires sont très élevées (50 millimes/kg) et les accusent de tricherie.

Il y a aussi des agriculteurs qui vendent leurs produits dans le marché de Ras Djebel et dans d'autres marchés proches tels qu'à El Alia ou Menzel Bourguiba. Ils ne payent pas de taxes, mais le problème est qu'ils ne peuvent pas vendre une grande quantité.

Les agriculteurs qui cultivent du maraîchage se plaignent des problèmes de commercialisation et de stockage. Ils déclarent que les frais de conservation des produits dans des frigos sont élevés, et que la compétitivité dans ce secteur est forte: « On achète l'eau avec un prix plus élevé que d'autres périmètres mais on est obligé de vendre avec le même prix ».

### Discussion

Selon les agriculteurs, le coût d'approvisionnement en intrants est très élevé et il est considéré comme la charge la plus élevée. Ils ont proposé le renforcement de l'appui de l'état en fournissant plus de produits gratuits et en diminuant les prix, ou l'implication du GDA dans ce processus s'il est capable d'assurer des prix moins élevés. Pour l'écoulement de leurs produits, ils ont généralement recours à des intermédiaires ou à la vente au marché central de Bir Kassâa à travers des commissionnaires. La vente aux intermédiaires permet à l'agriculteur de diminuer ses charges de transport ou de récolte mais l'oblige à vendre ses produits avec des prix très bas. En revanche, la commercialisation au marché central de Bir Kassâa offre une clientèle plus large et des prix plus élevés par rapport aux prix de vente aux intermédiaires. La plupart des agriculteurs de Ras Djebel utilisent des commissionnaires pour la vente dans le marché de gros. Ils se plaignent des tricheries de ces derniers et des taxes et des impôts très élevés. En effet, à part les marges prélevés par les commissionnaires, le vendeur au marché central de Bir Kassâa, est obligé de payer à peu près 15% en taxes, qui incluent à titre d'exemple, les frais des mandataires et de la Société Tunisienne des marchés de gros (SOTUMAG). Les agriculteurs qui vendent directement aux consommateurs dans les marchés hebdomadaires ne sont pas obligés de payer des taxes et les frais de transport sont faibles. Mais ce type d'écoulement, ne permet de vendre qu'une petite partie des produits.

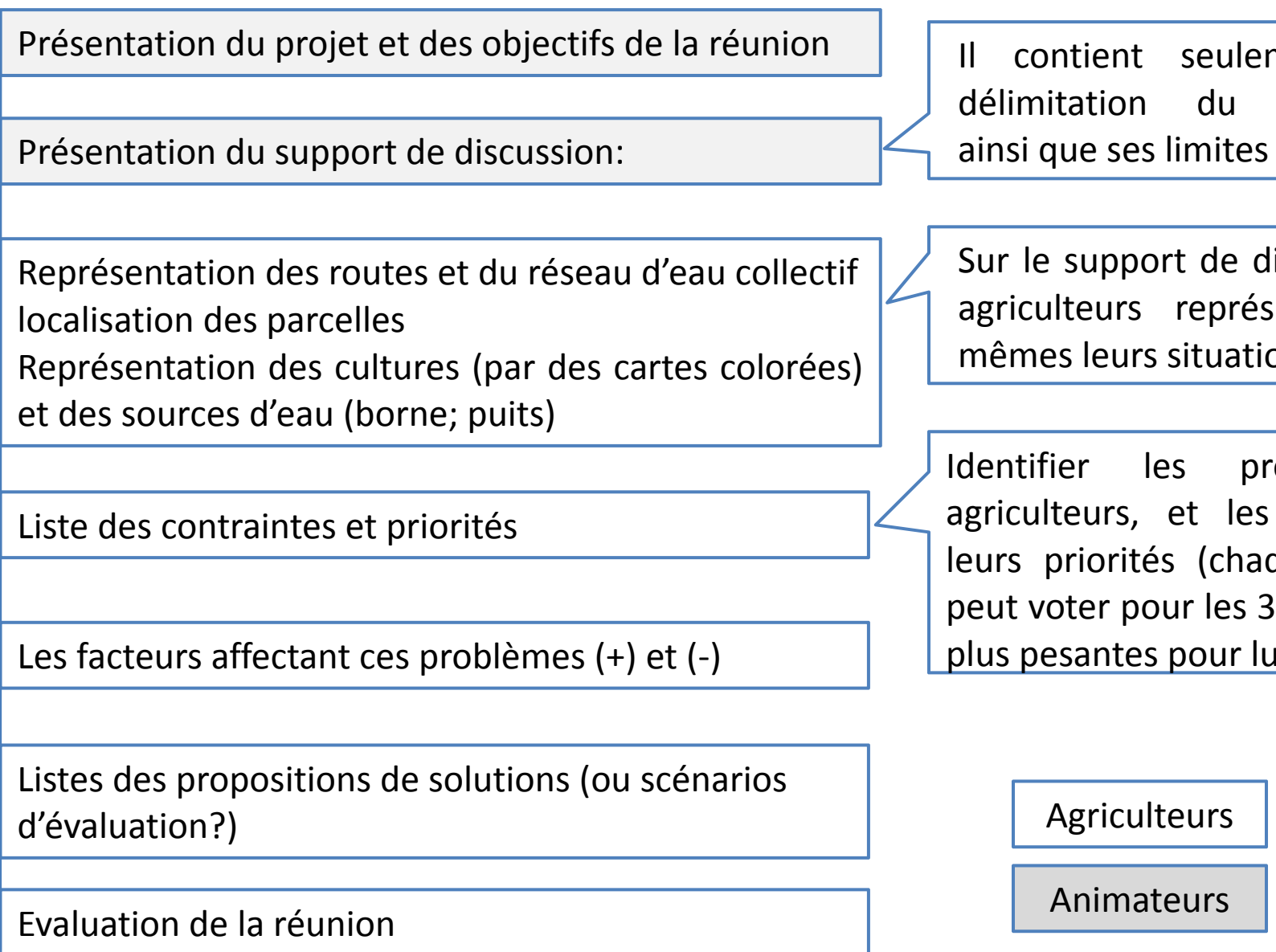
## **II. Ateliers participatifs**

Afin d'appréhender les problèmes de l'agriculture irriguée dans le périmètre et déterminer les scénarios d'évolution envisagés du point de vue des agriculteurs, une démarche reposant sur des ateliers participatifs a été appliquée.

Ces ateliers qui s'inscrivent dans le cadre du projet de PAP-AGIR : "Programmes d'Actions-Pilotes d'Appui aux Groupements de Développement Agricole (GDA) dans les systèmes irrigués", ont été menés par une équipe d'experts de spécialité diversifiée (une agro-économiste et un sociologue). Les deux premiers ateliers ont été réalisés avec deux groupes qui représentent les deux cultures principales du périmètre : le maraîchage et l'arboriculture. Durant ces ateliers, les rencontres ont été organisées dans un espace neutre afin de garantir aux participants le meilleur environnement pour pouvoir s'exprimer. Le troisième atelier a rassemblé des agriculteurs qui appartiennent à ces deux groupes et il a été organisé sous forme de jeu de rôle. Ce jeu de rôle avait en effet pour but de préparer les agriculteurs à rencontrer les institutionnels et à débattre avec eux.

### **II.1. Méthodologie**

La démarche méthodologique de la participation a visé à extraire les différentes contraintes rencontrées par les agriculteurs de PPI de Ras Djebel, ainsi que les facteurs qui ont une influence positive ou négative sur ces problèmes et enfin, à chercher des solutions proposées par les agriculteurs (figure 2.17). Dans cette partie, on va représenter uniquement les problèmes prioritaires pour les participants et les facteurs positifs et négatifs qui peuvent affecter ces problèmes. La méthodologie adoptée dans ces ateliers est décrites par le modèle de déroulement présenté ci-dessous et illustrée par la figure 2.18.



**Figure 2.18: Les étapes de déroulement des ateliers participatifs**



**Figure 2.17: Ateliers participatifs avec les agriculteurs du PI de Ras Djebel**

## II.2.Résultats des ateliers participatifs

Les principaux enseignements tirés sont présentés par le tableau 2.9 et la figure 2.19.



Figure 2.19 : Listing et hiérarchisation des problèmes, identification des facteurs et des voies de solution.

Tableau 2.9: les contraintes principales identifiées par les agriculteurs lors des ateliers

Groupe	Problème	Facteurs positifs	Facteurs négatifs
Groupe 1: Arboriculture	Prix élevé de l'eau	L'utilisation des techniques économes en eau	L'intervention du GDA
		L'intervention de l'état pour diminuer le prix d'eau	Prix d'eau imposé par l'état
			Mauvaise gestion (de la part du CRDA et du GDA)
	Prix élevé des intrants		Privatisation
			Nombre élevé des intermédiaires
			Dégradation de la qualité et l'efficacité des intrants
			Absence de contrôle des semences importées
			Perte de semences originales
			Manque de vulgarisation
	Utilisation de bornes communes		
	Les vols		
Groupe 2: Maraîchage	Prix élevé de l'eau		Privatisation de la vente de l'eau
			Les charges de pompage
			Prix d'eau élevé et imposé par l'état
	Prix élevé des intrants		Nombre élevé des intermédiaires
			Dégradation de l'efficacité des produits phytosanitaires
			Absence de contrôle et de sécurité
	Dettes annuelles envers le GDA	Des facilités de paiement de l'eau par le GDA	Faible production
			Prix d'eau élevé

### III. Comparaison entre les deux méthodes : les entretiens semi-directifs et les ateliers participatifs

Les ateliers participatifs ont permis de faire émerger les principaux problèmes des agriculteurs dans ce périmètre, avec un temps plus réduit, comparé aux entretiens (la durée d'un entretien a varié de 0.45 mn à 1 heure).

En effet, on a constaté que les deux méthodes sont complémentaires: lors des entretiens, seuls les institutionnels ont évoqué le problème de morcellement et son effet sur le périmètre, alors que lors des ateliers, les agriculteurs ont mis l'accent sur cette contrainte, qui est l'une des raisons de l'augmentation de la charge de l'eau. En effet, la plupart des agriculteurs ont des parcelles dispersées sur plusieurs secteurs, et sont obligés de payer plusieurs abonnements à l'eau d'irrigation (le nombre d'abonnement dépend du nombre de secteur). Le morcellement est à l'origine de l'augmentation des charges des intrants. Vu que les superficies des parcelles sont très faibles et le taux d'intensification est élevé, les agriculteurs sont obligé d'utiliser des quantités importantes de fertilisants. Ce problème les empêche aussi de bénéficier des subventions car plusieurs subventions sur le matériel agricole exigent une superficie limite.

Le problème du prix d'eau élevé a été également provoqué lors des ateliers. Lors des entretiens, on a constaté que les agriculteurs se plaignent du prix d'eau, mais ils n'avaient aucune idée pourquoi ils doivent payer pour un tel tarif. Les sessions participatives ont montré que les agriculteurs considèrent que c'est un prix imposé par l'administration.

Une autre révélation issue des ateliers participatifs, concerne la dégradation de la qualité des intrants, en particulier les semences de pomme de terre (qui l'une des cultures principale dans le périmètre). En effet, les agriculteurs étaient obligés d'utiliser des semences importées qui n'étaient pas contrôlées, ce qui a affecté leur production et a augmenté les charges des produits phytosanitaires. Ceci a engendré aussi la perte des semences originales de la pomme de terre. Le tableau ci- dessous résume les différents problèmes du périmètre de Ras Djebel, à partir des deux méthodes:

**Tableau 2.10: Les contraintes du périmètres identifiées par les entretiens et les ateliers**

<b>Entretiens semi- structurés</b>	<b>Ateliers participatifs</b>
Comptage par estimation: - Décalage entre les volumes d'eau relevés par le CRDA et les volumes relevés par le GDA	Manque de transparence dans l'estimation des consommations d'eau d'irrigation

- Iniquité entre les agriculteurs	
Difficulté de gestion des bornes foyers: - Conflits entre les agriculteurs - Décalage entre les volumes d'eau relevés par le GDA et les volumes relevés par les usagers	Difficulté de gestion des bornes foyers: - Conflits entre les agriculteurs
Difficulté d'accès aux subventions aux techniques économes en eau	Les conditions d'obtention des subventions agricoles ne sont pas adaptées aux situations des agriculteurs
Mauvaise qualité de l'eau du réseau	Mauvaise qualité de l'eau du réseau
Prix élevé de l'eau	Prix élevé de l'eau: - Prix imposé par l'administration
Faible maintenance du réseau: - Mauvais état des pistes agricoles - Cassures au niveau des conduites	Faible maintenance du réseau: - Mauvais état des pistes agricoles - Cassures au niveau des bornes



- Bouchage des filtres au niveau des vannes	
Qualité de l'eau souterraine: - Mauvaise qualité de l'eau de la nappe dans la plupart des secteurs du périmètre	
Charges élevées des intrants: - Prix élevé des intrants	Charges élevées des intrants: - Prix élevé des intrants - Inefficacité des produits phytosanitaires - Dégradation de la qualité des semences
Difficultés de commercialisation: - Augmentation des taxes et des impôts dans les marchés de gros - Charges des intermédiaires - Prix de vente ne couvre pas les charges	Difficulté de commercialisation: - Augmentation des taxes et des impôts dans les marchés de gros - Charges des intermédiaires - Prix de vente ne couvre pas les charges - L'offre est supérieure à la demande au niveau des marchés locaux
	Manque de main d'oeuvre spécialisée
	Manque de confiance entre le GDA et les agriculteurs
	Endettement annuel des agriculteurs vis à vis le GDA
	Le morcellement du périmètre

	Difficulté d'élevage: - Manque dans les quantités des aliments de bétail sur le marché - Vol du cheptel bovin
--	--

### ***Chapitre III: Conception d'un système d'évaluation des performances d'un périmètre irrigué***

---

#### **Introduction**

Cette section, présente la méthodologie utilisée pour la conception d'un système d'évaluation des performances d'un système irrigué. Elle se base en particulier sur le diagnostic des problèmes du périmètre de Ras Djebel, identifiés dans le chapitre précédent. Ainsi, les problèmes identifiés vont orienter le choix des indicateurs qui seront décrits et présentés par la suite.

#### **I. Principes de l'évaluation des performances du système irrigué**

##### **I.1. Evaluer quoi?**

Ce travail va s'intéresser à l'évaluation des performances du système irrigué dans son ensemble. Elle inclut non seulement les processus internes qui conditionnent le bon fonctionnement des groupements de développement agricole (GDA), mais aussi ses effets sur la qualité du service de l'eau, et son impact sur les performances des systèmes de production agricole irriguée.

##### **I.2. Limites du système irrigué**

Le système d'irrigation est défini comme un ensemble d'éléments physiques et institutionnels nécessaires pour assurer le transport de l'eau de sa source jusqu'à la plante. Les éléments institutionnels se réfèrent aux règles gouvernant les comportements sociaux et définissant les relations entre les acteurs du système que nous limiterons au GDA et aux agriculteurs.

##### **I.3. Evaluer pour quoi?**

Une diversité d'objectifs motive cette évaluation:

- Suivi (Que se passe-t-il?). L'évaluation permet de porter un jugement sur la situation et/ou l'évolution du système d'irrigation, ou encore le cas échéant sur l'écart par rapport à une situation de référence, prévue ou souhaitée.
- Aide à la décision (Comment améliorer?). Par la mise en évidence des principales difficultés rencontrées par les acteurs, l'évaluation peut permettre de déterminer les leviers d'action qui peuvent être utilisés pour prendre d'éventuelles mesures correctives.

#### **I.4. Evaluer selon quel point de vue?**

On mettra l'accent sur le point de vue des agriculteurs et on s'appliquera donc à mesurer le degré de résolution de leurs problèmes. L'évaluation s'adressera dans une moindre mesure à la réalisation des objectifs de la stratégie nationale mise en œuvre par l'administration que l'on résumera en la bonne gestion technique (exploitation et maintenance) des infrastructures hydrauliques, la bonne valorisation de l'eau dans les périmètres irrigués, le respect des règles administratives et l'équilibre financier des GDA.

#### **I.5. Evaluer comment?**

La mise en évidence des causes des problèmes rencontrés permet de faciliter le choix des moyens d'action. Cette représentation schématique des relations de causalité est qualifiée d'arbre à problème selon un arrangement graphique des causes et des effets. Dans une deuxième étape, l'arbre à problème peut être inversé en arbre à objectifs. Les problèmes sont alors reformulés positivement en objectifs souhaitables, et les relations de "causes à effets" en "moyens pour atteindre ces objectifs". La décomposition des problèmes doit être poursuivie jusqu'à un niveau qui corresponde à des actions potentiellement susceptibles d'apporter des solutions. Il est enfin préférable de supprimer les objectifs non réalisables et de les hiérarchiser afin de ne retenir que les objectifs principaux. Il est fréquent de confondre les causes et les effets de certains problèmes. C'est pourquoi les problèmes et objectifs ont été arbitrairement organisés en grands thèmes tels que le volet institutionnel, les moyens de production...

On dispose ainsi d'un échantillon réduit d'indicateurs organisés en indicateurs de base, indicateurs intermédiaires et indicateurs de pilotage qui sont qualifiés de tableau de bord, qui permet de contrôler la performance du système sous plusieurs angles simultanément.

## **II. Procédure**

### **II.1. Description et choix des indicateurs**

J'ai identifié trois grands groupes d'indicateurs qualifiés d'indicateurs de pilotage, à partir des contraintes identifiées lors des entretiens semi structurés, les ateliers participatifs, et à partir de la bibliographie (chapitre I).

Il s'agit des *indicateurs de sortie* relatifs à la qualité du service de l'eau, des indicateurs d'impacts, relatifs aux conséquences du service de l'eau sur les performances des exploitations agricoles et des indicateurs du processus interne qui sont relatifs à la gestion, l'exploitation et la maintenance du réseau par le GDA, la participation des usagers,... (figure 2.20).

J'ai ajouté un quatrième type d'indicateurs descriptifs de la situation des exploitations agricoles

<i>Indicateurs relatifs au service de l'eau</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Des indicateurs sur les <b>quantités</b> d'eau apportées</li> <li>▶ Des indicateurs sur la <b>qualité</b> d'eau apportée</li> <li>▶ Des indicateurs sur l'<b>utilité</b> du service de l'eau</li> </ul>
<i>Indicateurs d'impact sur les EA</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Des indicateurs <b>agronomiques</b></li> <li>▶ Des indicateurs <b>économiques</b></li> <li>▶ Des indicateurs <b>environnementaux</b></li> </ul>
<i>Indicateurs de qualité du processus interne</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Exploitation et maintenance du réseau par le GDA</li> <li>▶ Gestion administrative et financière</li> <li>▶ Participation des agriculteurs</li> <li>▶ Gouvernance du GDA</li> </ul>

**Figure 2.20 : Les trois groupes d'indicateurs utilisés**

## II.2. Qualités requises des indicateurs

Les qualités recherchées de l'indicateur sont:

- *Facilité de mise en œuvre*: les données doivent être simples d'accès et peu coûteuses à mobiliser.
- *Bonne lisibilité*: Ils doivent être compréhensibles pour permettre de mesurer simplement le résultat d'une action.
- *Sensibilité* aux variations des 'actions' ou 'techniques' que l'on souhaite modifier
- *Reproductibilité*: réalisés dans les mêmes conditions par des acteurs différents, ils doivent conduire à des résultats identiques.

## II.3. Acquisition des données

Dans ce travail, deux types de variables sont utilisées : quantitatives, selon les données accessibles ; et qualitative selon l'opinion des usagers.

### II.3.1. Indicateurs d'opinion

Ce travail place l'agriculteur en position centrale pour l'évaluation des performances des systèmes d'irrigation. Je chercherais notamment à produire des index de satisfaction sur les différents thèmes, à partir d'enquêtes d'opinion réalisées auprès de 120 agriculteurs du périmètre irrigué de Ras Djebel. Il s'agit de produire un outil de diagnostic rapide et d'aide à la décision privilégiant la facilité de mise en œuvre et la lisibilité, et prenant en compte la perception des agriculteurs.

Il existe plusieurs approches qui permettent de quantifier l'intensité de la satisfaction des agriculteurs, tel que les échelles de Likert (les réponses sont situées dans un continuum découpé en 3 (satisfait, sans opinion, non satisfait) ou 5 catégories ou plus (très satisfaisant, modérément satisfait, ...). J'ai privilégié une autre approche proposée par Abernethy et al (2001), et précédemment testée en Tunisie dans la Basse Vallée de Medjerda (Chaponnière et al, 2011).

#### II.3.1.1. Procédure de renseignement des indicateurs de pilotage et des indicateurs intermédiaires

On formule des énoncés qui décrivent une situation idéale à atteindre pour chacun des indicateurs choisis, et qui seront soumis à l'appréciation des agriculteurs enquêtés. Par exemple: « La qualité des eaux d'irrigation est bonne et ne représente aucune contraintes pour les agriculteurs ». On demande à l'agriculteur de noter son degré d'accord avec les énoncés sur une échelle allant de -7 (total désaccord) à +7 (total accord).

La figure suivante montre le type d'échelle de mesure utilisée, où la partie blanche correspond à l'accord de l'agriculteur, la partie noire correspond à son désaccord. Le système permet de s'affranchir de problèmes d'interprétation et se prête à tout type d'interlocuteur quel que soit son niveau d'instruction. Il n'existe pas de « 0 » afin d'inciter l'agriculteur à prendre position.



**Figure 2.21 : Echelle utilisée pour la mesure de l'intensité de satisfaction des agriculteurs**

Les réponses sont anonymes, mais chaque agriculteur est caractérisé par plusieurs critères (Genre, classe d'âge, classe de superficie d'exploitation, nombre de personnes par borne foyer...), susceptibles d'influencer l'opinion des agriculteurs.

Les résultats peuvent être traduits en un index de satisfaction et faire l'objet de différents traitements statistiques (moyenne, médiane, ...). Les critères (indicateurs descriptifs) peuvent notamment être utilisés afin de vérifier l'existence de groupes dont les perspectives sont significativement différentes selon une analyse de variance. On a interrogé aussi chaque agriculteur sur l'importance de chaque aspect en suivant la méthode ci dessous:

### ***Renseignement de l'importance des problèmes pour l'agriculteur.***

Après avoir répandu à tous les "statements", on a demandé aux agriculteurs d'exprimer leurs opinions sur l'importance de chaque problème pour eux, en attribuant un rang à chaque déclaration. Ceci a été effectué seulement au niveau des indicateurs intégrateurs qui ont été classés par ordre d'importance. Afin d'attirer l'attention du répondant et lui rappeler des différents "statements", j'ai eu recours à l'utilisation d'un support visuel qui résume les différentes déclarations (figure 2.22), qui étaient classées aléatoirement et différemment de leur ordre dans le questionnaire, afin d'éviter toute influence sur l'agriculteur.



**Figure 2.22 : Support visuel pour l'ordre de l'importance du problème**

Dans ce travail, j'ai identifié 25 indicateurs intégrateurs et 3 indicateurs globaux (qualité du service de l'eau, impact du service de l'eau sur les performances techniques et économiques des exploitations agricoles, la qualité du processus interne du GDA). Les indicateurs et les déclarations 'statements' utilisés sont présentés dans la figure 2.23 et le tableau 2.11.

### **II.3.1.2. Procédure de renseignement des indicateurs élémentaires**

La décomposition de chaque indicateur intermédiaire en un ou plusieurs indicateurs élémentaires s'est révélée nécessaire afin d'identifier les causes des problèmes, faciliter le choix des moyens d'action, et identifier les motifs réels d'insatisfaction. Afin de renseigner ces indicateurs, un principe de pluralisme méthodologique a été appliqué. Ainsi, j'ai eu recours à différents types d'indicateurs : des index de satisfaction élaborés de la même manière précédant, des réponses binaires (oui/non) ou des données quantitatives obtenues à partir des données disponibles. J'ai introduit dans ce travail, 24 indicateurs élémentaires (IS) et 60 indicateurs binaires (O/N). Ils sont présentés en l'annexe 5.

### **II.3.1.3. Procédure de travail sur terrain**

Dans une première étape, le questionnaire a été testé auprès de 12 agriculteurs. En effet, malgré l'attention portée lors de la conception du système, tester le questionnaire en réel, sur un petit échantillon, s'est avéré nécessaire. Ceci a permis de tester la durée de l'entretien, de vérifier si toutes les déclarations sont claires et bien comprises en arabe par les agriculteurs. Ce test a aussi offert une meilleure vision sur la façon de renseigner les indicateurs élémentaires (le choix entre l'utilisation d'index de satisfaction IS ou d'une question binaire n'était pas toujours évident).

Dans une deuxième étape, le sondage d'opinion a été administré à 120 agriculteurs choisis aléatoirement tout en respectant le même effectif sur les différents secteurs. La durée moyenne de l'enquête est de 30 mn, elle commence par les indicateurs globales et intégrateurs, suivis des indicateurs descriptifs de la situation de l'agriculteur et enfin par les indicateurs élémentaires. L'enquête finale est présentée dans l'annexe 6, en langue arabe.

### **II.3.2. Indicateurs quantitatifs**

Les indicateurs quantitatifs sont basés sur des données essentiellement collectées auprès des institutions agricoles (CRDA, GDA, DGRE), ils étaient utilisés afin d'évaluer les indicateurs élémentaires. L'objectif est de déterminer des indicateurs faciles à renseigner et disponibles. La plupart de ces indicateurs ont été comparés à des références (objectifs de la stratégie de l'état, normes nationales et internationales), pour d'autres indicateurs, j'ai essayé de suivre leur évolution en fonction du temps. Les indicateurs utilisés dans le système d'évaluation sont présentés dans le tableau 2.12.

### **II.4. Exploitation des données**

Généralement les indicateurs généraux sont inaccessibles par la mesure et sont obtenus par des méthodes d'agrégation des indicateurs élémentaires. La signification de l'information tend alors à se dégrader et s'avère fortement dépendante du poids accordé par chaque variable dans l'agrégation. Ainsi, on a préféré les renseigner directement à partir des enquêtes d'opinion. Cette méthode permet de disposer d'indicateurs renseignés de manière indépendante et permet

aussi de tester par des méthodes statistiques la validité des relations de causalité supposées dans la construction du système d'évaluation. Mais dans ce travail, on se contentera d'effectuer des analyses statistiques selon l'appartenance des personnes interrogées à différents groupes.

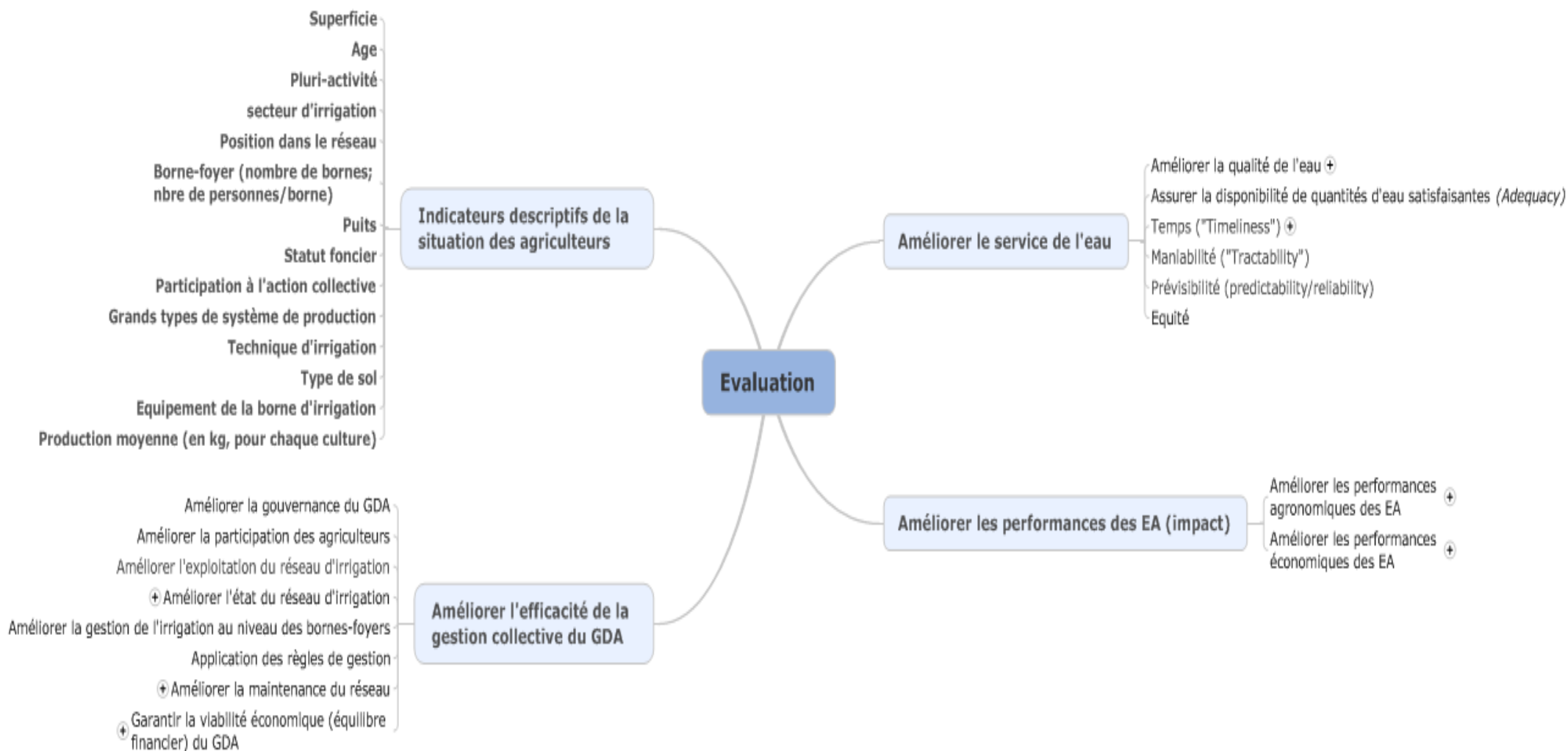


Figure 2.23 : les indicateurs descriptifs, les indicateurs pilotes



**Tableau 2.11. Les indicateurs pilotes et intégratifs, et les déclarations**

	Indicateur intégratif	Déclaration (statement)
Qualité du service de l'eau	(1): Qualité de l'eau du réseau d'irrigation	La qualité des eaux du réseau d'irrigation est bonne et ne présente aucune contrainte pour les agriculteurs
	(2): Qualité de l'eau souterraine	La qualité des eaux souterraines est bonne et ne présente aucune contrainte pour les agriculteurs
	(3): "Adequacy"	Les quantités d'eau disponibles sont suffisantes pour satisfaire les besoins des agriculteurs
	(4): "Timeliness"	Les agriculteurs peuvent irriguer au moment où ils en ont besoin
	(5): "Tractability"	Les conditions de livraison de l'eau d'irrigation peuvent être facilement maîtrisées par les irrigants
	(6): "(predictability/reliability)"	Les conditions prévues de livraison d'eau sont stables et correspondent aux conditions prévues d'exploitation du réseau.
	(7): Equity	L'eau d'irrigation est distribuée équitablement entre les usagers du réseau d'irrigation
Performances techniques et économiques des EA	(8): Disponibilité des terres irriguées	Sur le périmètre, les terres disponibles sont suffisantes et permettent aux agriculteurs d'atteindre leurs objectifs
	(9): Exploitation des terres irriguées	Les terres sont bien exploitées par les agriculteurs qui y cultivent les cultures de leur choix
	(10): Valorisation des terres irriguées	Les terres sont bien valorisées par les agriculteurs qui atteignent des rendements élevés
	(11): Qualité des terres irriguées	Les terres sont de bonne qualité
	(12): Charges de l'exploitation	Les charges des agriculteurs sont supportables
	(13): Commercialisation	Les agriculteurs peuvent facilement vendre leur production à un prix satisfait
	(14): Revenus	Les conditions économiques sont favorables et les revenus des agriculteurs

Qualité du processus interne du GDA		s'améliorent
	(15): Efficacité du GDA	Le GDA fonctionne efficacement et répond aux attentes des agriculteurs
	(16): Participation des agriculteurs	Les agriculteurs participent au fonctionnement du GDA et à la prise de décision
	(17): Règles d'exploitation connues	Les règles d'exploitation du réseau d'irrigation sont connues et acceptées et peuvent être réactualisé si nécessaire par les agriculteurs
	(18): Règles d'exploitation respectées	Les règles d'exploitation du réseau d'irrigation sont respectées, sinon des pénalisations sont appliquées
	(19): Règles de gestion des bornes	Les règles de gestion de la borne foyer sont connues et acceptées et peuvent être réactualisé par les agriculteurs
	(20): Etat des infrastructures	Les infrastructures hydrauliques sont en bon état et fonctionnent normalement
	(21): Maintenance par le GDA	La maintenance du périmètre irriguée est bien assurée par le GDA
	(22): Acceptance du prix d'eau	Le prix de l'eau est compris et accepté par les agriculteurs
	(23): Comptage de l'eau	Le comptage est fonctionnel et favorise une bonne gestion des eaux du réseau d'irrigation
	(24): Paiement des redevances	Les redevances sont payées rapidement par les agriculteurs
	(25): Gestion du GDA	Le GDA est bien géré

## II.5. Analyse statistique

Dans cette partie, j'ai essayé d'identifier le type de modèle statistique qui sera mis en œuvre pour traiter les données résultantes des enquêtes d'opinion avec les agriculteurs. Les analyses statistiques étaient effectuées en deux étapes.

### Première étape: Analyse de la variance

Dans un premier temps, j'ai analysé les index de satisfaction suivant les facteurs déterminants des 3 indicateurs de pilotage et des 24 indicateurs intégrateurs en utilisant l'analyse de variance (ANOVA) selon un modèle linéaire intégrant l'effet des différents indicateurs descriptifs et les interactions entre ces indicateurs descriptifs et les indicateurs intégrateurs ou de pilotage, et en appliquant le test de Fisher pour analyser l'influence de ces différents variables explicatives dans le modèle linéaire. Cette technique, permet de savoir si une variable dépendante (qui est l'index de satisfaction dans notre cas) est significativement influencée par une ou plusieurs variables explicatives ou interactions. Ces dernières sont des variables catégorielles (classe d'âge, classe de superficie, genre...). Les variables non significatives ont été successivement éliminés jusqu'à ce que le modèle linéaire soit uniquement composé de variables significatives (au seuil de probabilité de 5%) selon le test de Fisher.

**Tableau 2.12: Les indicateurs quantitatifs utilisés**

Indicateur	Source
<b>Qualité du service de l'eau</b>	
Salinité moyenne mensuelle	SECADENORD
Qualité de traitement des eaux du réseau d'irrigation	CRDA
Nombre de sites de recharge/secteur	CRDA
Volume de recharge annuel de la nappe	CRDA
Volume de recharge artificielle annuel pour chaque secteur	CRDA
Nombre de puits exploités	ARC GIS
Taux d'exploitation de la nappe	DGRE
Salinité moyenne de la nappe	CRDA, Bibliographie
Profondeur de la nappe	CRDA, Bibliographie
WDP: Performance de livraison d'eau	CRDA, SCET Tunisie
<b>Performances économiques et techniques des exploitations</b>	
Superficie cultivée (par culture)	CTV, ARC GIS
Intensité culturale	CTV
Rendement par culture	Enquêtes
Coût relatif de l'eau	Ateliers participatifs
Coût relatif de MO	Ateliers participatifs
Coût relatif des intrants	Ateliers participatifs

Qualité du processus interne du GDA	
Taux d'adhésion au GDA	GDA
Rapport entre la superficie et le nombre d'aiguadiers	GDA
Taux d'exploitation du réseau d'irrigation	GDA
Efficiences de distribution	GDA, CRDA
Nombre des incidents	GDA
Nombre de casses par secteur	GDA
Nombre de secteurs réhabilités	GDA
Efficiences de l'infrastructure	CRDA, GDA
Taux de maintenance préventif	GDA
Fréquence d'entretien des pistes agricoles	GDA
Adéquation des fonds attribués à la maintenance	GDA
Capacité d'intervention du GDA	GDA
Taux de maintenance préventif	GDA
Prix de l'eau	Bibliographie
Rapport entre le volume d'eau facturé avec un tarif réduit et le volume d'eau total livré au périmètre	GDA, CRDA
Rapport entre volumes facturés par GDA aux agriculteurs, et facturé par CRDA au GDA	CRDA, GDA
Pourcentage de bornes avec compteur fonctionnel	CRDA
Taux de recouvrement	GDA
Montant de l'endettement des agriculteurs	GDA
Taux de couverture des charges d'exploitation et de maintenance du réseau d'irrigation	GDA
Bilan financier	GDA
Fréquence de préparation d'un budget prévisionnel	GDA
Montant de l'endettement au CRDA	GDA, CRDA
Profit de la vente de l'eau par le GDA	GDA, CRDA

### Deuxième étape

Dans une deuxième étape, j'ai comparé les moyennes des différentes catégories pour chacune des variables significatives selon le test de Tukey au seuil de probabilité de 5% . Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel MiniTab.

## Partie III: Résultats et discussions

### *Chapitre I: Evaluation des performances du périmètre irrigué de Ras Djebel*

#### Introduction

Dans cette partie, on a va présenter les résultats des analyses statistiques appliquées aux différents indicateurs de performance du périmètre irrigué, afin de déterminer l'influence des facteurs descriptifs de la situation des agriculteurs sur l'index de satisfaction. Chaque indicateur intégrateur a été lié à un ensemble d'indicateurs élémentaires de deux type: des indicateurs issues des sondages d'opinion, qui traduisent la situation personnelle de l'agriculteur et qui servent à expliquer les causes de la satisfaction ou non vis à vis les performances du périmètre; et des indicateurs quantitatifs, issus de données collectées auprès des administrations hydro-agricoles (CRDA, DG/GREE et DGRE) et des associations d'irrigation (GDA).

L'interprétation des résultats du sondage d'opinion et des indicateurs quantitatifs sera subdivisée en trois parties: Qualité du service de l'eau, impact du service d'eau sur les performances techniques et économiques des exploitations agricoles et qualité du processus interne du GDA.

#### I. Résultats des tests statistiques

##### I.1. Rang d'importance des problèmes du point des usagers du système irrigué

On a choisi de commencer par la présentation des problèmes jugés les plus importants du point de vue des usagers. Le Tableau 3.1, introduit dix problèmes parmi 25, qui ont des rang d'importance élevés ainsi que leur index de satisfaction. La classification de la totalité des problèmes est présentée dans l'annexe 7.

**Tableau 3.1 : Présentation des problèmes les plus importants**

N° déclaration	Indicateur	Index de satisfaction	Rang d'importance
12	Charges supportables	-4,99	1
22	Prix d'eau compris et accepté	-5,38	2
13	Facilité commercialisation	-2,10	3
4	Timeliness	+1,61	4
1	Qualité. Eau_réseau	-0,23	5
14	Amélioration. Revenu	-4,19	6
19	Borne foyer: règles acceptées	-2,80	7
5	Tractability	+2,56	8
6	Fiabilité	+0,88	9
24	Payement redevances	-1,88	10

## I.2. Effet simple des facteurs sur l'index de satisfaction

### I.2.1. Effet simple des facteurs sur l'index de satisfaction relatif aux indicateurs pilotes

La moyenne de l'index de satisfaction de 360 réponses (3 indicateurs pilotes et 120 réponses), est de 0.029, avec un écart type de 0.63. L'analyse de variance a montré que la moyenne de l'index de satisfaction a été significativement influencée par sept facteurs: *la pluriactivité, le nombre de bornes individuelles, l'indicateur (la question), le statut foncier, le secteur d'irrigation et le nombre d'agriculteurs par borne foyer* (tableau 3.2).

**Tableau 3.2: Moyenne de l'index de satisfaction relatif aux indicateurs pilotes, selon les 7 facteurs significatifs**

Facteur explicatif	Niveau	Moyenne
Secteur	1	+0,46
	2	+0,29
	3	+0,81
	4	-0,88
	5	+0,41
	6	-0,93
Pluriactivité	Oui	-0,49 <sup>a</sup>
	Non	+0,55 <sup>b</sup>
Nombre de bornes individuelles	Au moins une borne individuelle	-0,71 <sup>a</sup>
	Aucune borne individuelle	+0,77 <sup>b</sup>
Nombre agriculteurs par Borne foyer	0-2	+0,45
	3-4	-0,65
	5-12	-0,81
Statut foncier	L	-0,47
	M	+0,29
	P	0,26
Indicateur	Qualité service eau	+3,85 <sup>a</sup>
	Performances des EA	-2,91 <sup>b</sup>
	Processus interne GDA	-0,85 <sup>c</sup>

<sup>a, b</sup> Pour chaque facteur, les moyennes suivies par la même lettre ne diffèrent pas selon le test de Tukey (seuil de signification de 5%)

Le choix des classes de secteurs présentés dans le tableau ci-dessus, est expliqué comme suit:

#### Classe 1:

*Secteur 1 (Bhira keblia):* C'est un secteur connu par le maraîchage. La plupart des agriculteurs irriguent depuis le réseau collectif, le nombre de puits est faible dans cette zone et leur salinité est élevée (20 agriculteurs enquêtés).

Classe 2:

*Secteur 2, 3 et 5 (El Ghdire, El Kssoure et Oued el Ajoule):* Ces secteurs contiennent plusieurs puits exploitables, la culture principale dans ces secteurs est l'arboriculture (les agrumes) (20 agriculteurs enquêtés).

Classe 3:

*Secteur 4 (Dmen) et secteur 6 (Bni Atta 1); Secteur 8 (Cap Zbib) et secteur 6 (Bni Atta 2):* Le secteur de Bni Atta est divisé en deux parties, une partie désignée par Bni Atta 1, qui contient peu de puits et dont la plupart des agriculteurs irriguent depuis le réseau collectif et qu'on peut l'associer au secteur 4 (Dmen) (20 agriculteurs enquêtés).

Classe 4:

*Secteur 8 (Cap Zbib) et secteur 6 (Bni Atta 2):* Cette classe contient la deuxième partie du secteur 6 qui contient des puits exploitables de bonne qualité appelée Bni Atta 2 et qui peut être associée au secteur 8 (Cap Zbib) qui est connu par l'irrigation à partir de la nappe (20 agriculteurs enquêtés).

Classe 5:

*Secteur 7 (Guâa Balloute):* C'est le secteur le plus ancien, il a été créé depuis 1964. Il a été irrigué à partir du lac collinaire de Chaâb Eddoude. Ce secteur a été renouvelé en 2008, nombre de bornes créées est de 30, ce sont toutes des bornes individuelles. Ce secteur contient 2 sites de recharge artificielle de la nappe (20 agriculteurs enquêtés).

Classe 6:

*Le secteur 9 (Douar Hmouda):* C'est une extension créée depuis 2009. Il est divisé en 2 parties (douar hmouda et Jedlène), la première est alimentée à partir de AD0, tandis que la deuxième est alimentée par retour du bassin R3. Ce secteur était irrigué en pluvial, il n'y a pas de puits dans cette zone (20 agriculteurs enquêtés).

### **I.2.2. Effet simple des facteurs sur l'index de satisfaction relatif aux indicateurs intégrateurs**

La moyenne de l'index de satisfaction de 3000 réponses (25 indicateurs intégrateurs et 120 réponses) est de 0,3.

L'analyse de variance a montré que la moyenne de l'index de satisfaction a été significativement influencée par 8 facteurs qui sont présentés dans le tableau 3.3 : *le secteur d'irrigation, l'âge de l'exploitant, le genre, le nombre de bornes individuelles, le statut foncier, la superficie de l'exploitation, la technique d'irrigation et l'indicateur (la question).*

**Tableau 3.3: Moyenne de l'index de satisfaction relatif aux indicateurs pilotes, selon les 7 facteurs significatifs**

Facteur explicatif		Niveau	Effectif	moyenne
Secteur		1	20	0,87 <sup>a</sup>
		2	20	0,18 <sup>a</sup>
		3	20	1,61 <sup>a</sup>
		4	20	0,98 <sup>a</sup>
		5	20	1,34 <sup>a</sup>
		6	20	-0,10 <sup>b</sup>
Classe d'âge		18-35	32	0,23 <sup>a</sup>
		36-50	34	1,13 <sup>b</sup>
		51-60	28	1,12 <sup>b</sup>
		61-85	26	1,43 <sup>b</sup>
Genre		F	3	1,58 <sup>a</sup>
		H	117	0,38 <sup>b</sup>
Borne individuelle		au mois une borne indiv	30	0,14
		aucune borne indiv	90	0,82
Statut foncier		L	37	0,90
		M	10	1,30
		P	73	0,74
Classe de superficie		S <0,4	31	0,82 <sup>a</sup>
		0,5<S<1	41	1,60 <sup>b</sup>
		S>1,1	48	0,51 <sup>a</sup>
Système de production		Maraîchage	53	0,81
		Arboriculture fruitière	15	1,43
		Agrumes	32	0,36
		Fourragère-maraîchage	20	1,31
Technique d'irrigation		Aspersion	39	0,39 <sup>a</sup>
		GAG	23	1,15 <sup>a</sup>
		Gravitaire amélioré	58	1,39 <sup>b</sup>
Indicateur Intégrateur	Qualité du service d'eau	Qualité. Eau_réseau	120	-0,23 <sup>a</sup>
		Qualité. Eau souterraine	120	4,09 <sup>bc</sup>
		Adequacy	120	5,43 <sup>b</sup>
		Timeliness	120	1,61 <sup>ac</sup>
		Tractability	120	2,56 <sup>ab</sup>
		Fiabilité	120	0,88 <sup>ac</sup>
		Equity	120	3,13 <sup>c</sup>
	Performances des EA	Disponibilité.Terres	120	-0,12 <sup>a</sup>
		Exploitation. Terres	120	5,61 <sup>ab</sup>
		Valorisation. Terres	120	1,61 <sup>ab</sup>
		Qualité. Terres	120	4,8 <sup>ab</sup>
		Charges. Exploitation	120	-4,99 <sup>c</sup>
		Commercialisation	120	-2,10 <sup>ac</sup>
		Revenu	120	-4,19 <sup>c</sup>



Processus interne du GDA	Fonctionnement. GDA	120	1,88 <sup>bc</sup>
	Participation. Agriculteurs	120	-3,17 <sup>ab</sup>
	Connaissance règles d'exploitation	120	0,32 <sup>b</sup>
	Respect. Règles	120	2,86 <sup>b</sup>
	Règles. Borne foyer	120	-2,80 <sup>abc</sup>
	Infrastructure	120	0,07 <sup>b</sup>
	Maintenance. GDA	120	3,35 <sup>b</sup>
	Prix d'eau	120	-5,38 <sup>a</sup>
	Comptage d'eau	120	3,35 <sup>b</sup>
	Redevances	120	-1,88 <sup>b</sup>
	Gestion .GDA	120	3,70 <sup>c</sup>

*a, b, c Pour chaque facteur, les moyennes suivies par la même lettre ne diffèrent pas selon le test de Tukey (seuil de signification de 5%)*

### **I.3. Effet de l'interaction facteur × indicateur**

On a calculé les moyennes de l'index de satisfaction en considérant la combinaison (facteur × indicateur) et on a effectué des comparaisons de moyennes 2 à 2 entre chacun des niveaux du facteur et chacun des niveaux de l'indicateur.

#### **I.3.1. Effet de l'interaction facteur × indicateur pilote**

En retenant un seuil de probabilité de 5%, on a conclu que les interactions deux à deux entre (secteur d'irrigation × indicateur global), (nombre d'usagers par borne foyer × indicateur global) et (statut foncier × indicateur global) sont significatives. Afin de mettre en évidence les éventuelles différences entre le comportement de la variable "index de satisfaction" dans l'interaction entre chacun des deux facteurs, on a appliqué le test de simultanéité de Tukey (tableau 3.4).

**Tableau 3.4: Moyenne de l'index de satisfaction des agriculteurs relatif aux indicateurs globaux, pour les facteurs : secteur d'irrigation, nombre d'usagers de bornes foyer et statut foncier**

			Qualité du service de l'eau	Performances des EA	Processus interne du GDA	
Indicateurs			1	2	3	
Total des agriculteurs			120	-0,85	3,86	-2,92
Secteur d'irrigation	1	20	+0,98 <sup>a</sup>	+4,10	-3,69	
	2	20	+0,41 <sup>a</sup>	+4,96	-4,49	
	3	20	-0,28 <sup>ab</sup>	+4,32	-1,58	
	4	20	-1,77 <sup>ab</sup>	+2,78	-3,65	
	5	20	+0,67 <sup>a</sup>	-0,38	+3,97	
	6	20	-5,12 <sup>b</sup>	-0,69	+3,01	
Nbre d'agriculteurs par borne foyer	0-2	25	-1,68	+3,08	-0,04 <sup>a</sup>	
	3-4	40	-1,29	+4,08	-4,76 <sup>b</sup>	
	5-12	36	-0,74	+2,35	-4,04 <sup>b</sup>	
Statut foncier	L	37	-2,11	-3,79	+4,47	
	M	10	-0,93	+2,82	-0,97	
	P	73	+0,48	+4,28	-3,96	

<sup>a, b</sup> Pour chaque facteur, les moyennes suivies par la même lettre ne diffèrent pas selon le test de Tukey (seuil de signification de 5%)

### I.3.2. Effet de l'interaction facteur × indicateur intégrateur

En retenant un seuil de probabilité de 5%, on a conclu que les interactions deux à deux entre (nombre de bornes individuelles × indicateur intégrateur) et (statut foncier × indicateur intégrateur) sont significatives (tableau 3.5).

**Tableau 3.5: Moyenne de l'index de satisfaction relatif aux 25 indicateurs intégrateurs, selon les deux facteurs  
nombre de bornes individuelles et statut foncier**

Indicateur		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Total enquêtés	<b>120</b>	-0,23	4,09	5,43	1,61	2,56	0,88	3,13	-0,12	5,61	1,61	4,8	-4,99	-2,1	-4,19	1,88	-3,17	0,32	2,86	-2,8	0,07	3,35	-5,38	3,35	-1,88	3,7
Nombre de bornes individuelle	<b>I</b>	5,27	-4,43	-3,09	-4,51	4,29	0,36	3,02	-0,37	-1,58	0,37	0,95	3,77	3,29	-2,59	-0,23	-5,73	-0,44	5,72	4,96	-0,12	4,26	6,46	5,77	1,13	1,99
	<b>2</b>	5,59	-3,96	-2,51	-5,49	2,42	-0,61	3,26	0,52	-2,62	1,40	2,83	3,64	3,43	-3,75	-3,54	-5,04	-0,03	2,47	4,64	0,76	1,46	4,77	5,75	2,11	3,15
Statut foncier	<b>L</b>	6,74	-4,25	-2,41	-4,99	3,65	-0,98	4,56	-1,92	-3,32	2,61	0,94	4,04	1,61	-2,87	-2,35	-4,82	-0,99	2,93	5,85	-0,09	2,89	5,68	5,34	1,74	3,00
	<b>M</b>	4,81	-3,46	-1,84	-4,65	3,30	1,14	3,34	1,13	-0,22	0,61	2,21	2,53	3,85	-2,99	-2,84	-5,29	0,12	5,64	3,62	2,27	2,61	4,84	6,06	2,30	3,46
	<b>P</b>	4,75	-4,88	-4,16	-5,36	3,12	-0,54	1,52	1,01	-2,77	-0,56	2,51	4,54	4,62	-3,66	-0,47	-6,05	0,17	3,72	4,93	-1,21	3,09	6,33	5,88	0,82	1,24

**Avec:**

1: Qualité de l'eau du réseau; 2: Qualité de l'eau souterraine; 3: Adequacy; 4: Timeliness; 5: Tractability; 6: Predictability/Reliability; 7: Equity; 8: Disponibilité des terres; 9: Exploitation des terres; 10: Valorisation des terres; 11: Qualité des terres; 12: Charges de l'exploitation; 13: Commercialisation; 14: Revenus; 15: Efficacité du GDA; 16: Participation des agriculteurs; 17: Règles d'exploitation connues; 18: Règles d'exploitation respectées; 19: Règles de gestion des bornes acceptées; 20: Etat des infrastructures; 21: Maintenance par le GDA; 22: Acceptance du prix d'eau; 23: Comptage de l'eau; 24: Payement des redevances; 25: Gestion du GDA.

## **II. Interprétation des résultats**

### **II.1. Importance des problèmes du point de vue des agriculteurs**

Les agriculteurs ont placé les charges de l'exploitation et le prix d'eau, les premiers en terme d'importance, tandis que la participation des autres agriculteurs dans la prise de décision a été placée en dernier rang malgré qu'elle a un index de satisfaction très faible. Le fonctionnement et la gestion du GDA n'étaient pas aussi classés parmi les problèmes prioritaires pour les agriculteurs (22; 24). Le reste des problèmes sont présentés dans l'annexe 7. Il est à signaler que ces résultats sont conformes aux résultats des ateliers participatifs réalisés avec les groupes d'agriculteurs (cf. Partie II. Chapitre II).

### **II.2. Relation entre les facteurs et les indicateurs**

Le modèle linéaire a montré que l'index de satisfaction est significativement influencé par la pluriactivité: les agriculteurs qui ont une autre activité professionnelle sont moins satisfaits que ceux qui ont l'activité agricole comme source principale de vie.

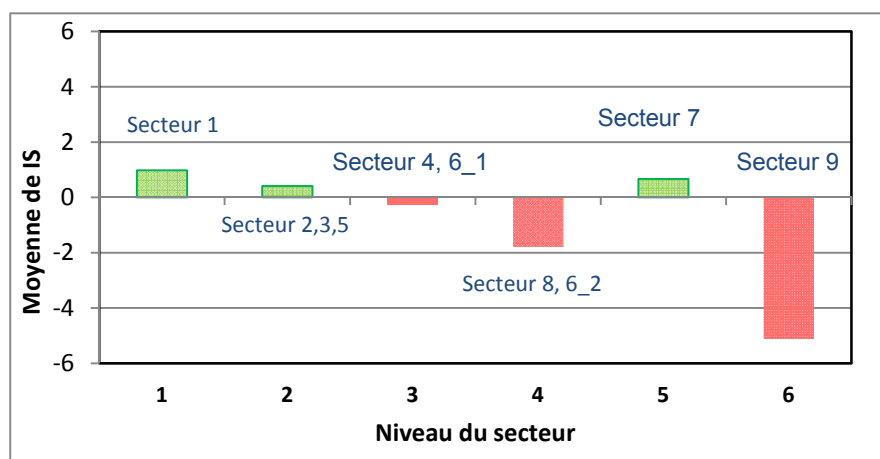
Il est influencé aussi par l'âge, les jeunes agriculteurs qui ont moins de 35 ans sont moins satisfaits que les agriculteurs les plus âgés (plus de 60 ans). C'est que ces derniers ont été témoin de la période qui précède la réalisation du projet d'aménagement du périmètre et qui a été marquée par la surexploitation de la nappe, ils ont montré une grande satisfaction surtout vis à vis la qualité de l'eau et son prix.

On a conclut aussi que l'âge a influencé la satisfaction des agriculteurs: les femmes enquêtées sont plus satisfaites que les hommes, ainsi que la superficie de l'exploitation: les enquêtés qui exploitent des superficies variante entre 0.5 et 1 ha, sont plus satisfaits que les agriculteurs qui ont des parcelles de superficie inférieur à 0.4 ha ainsi qu'à ceux qui cultivent des parcelles de superficie supérieure à 1 ha. La technique d'irrigation est aussi l'un des facteurs significatifs: les agriculteurs qui irriguent par le gravitaire amélioré sont plus satisfaits que ceux qui irriguent par des techniques économes en eau tel que l'irrigation par goutte à goutte ou l'aspersion.

#### **II.2.1. Qualité du service de l'eau:**

##### **II.2.1.1. Effet du secteur d'irrigation sur la qualité du service de l'eau**

Le premier test a montré que les agriculteurs du secteur 1 sont plus satisfaits que les agriculteurs du secteur 7 et que les agriculteurs de ces deux secteurs sont plus satisfaits que ceux des secteurs 2, 3 et 5. Alors que les agriculteurs des secteurs 4, 6, 8 et 9 sont les moins satisfaits dans le périmètre. Le deuxième test a montré qu'il existe une interaction significative entre le facteur "secteur d'irrigation" et "qualité du service de l'eau". En effet, il y a une différence significative des moyennes de l'index de satisfaction relatif à la *qualité du service de l'eau*, entre les agriculteurs du secteur 9 et les agriculteurs des secteurs 1, 2 et 5 (figure 3.1).



**Figure 3.1. Variation de la moyenne de l'index de satisfaction relatif à la qualité du service de l'eau en fonction du secteur d'irrigation**

On peut conclure que les agriculteurs du secteur 9 sont les moins satisfaits de la qualité du service de l'eau dans le périmètre. Cela s'explique par le fait que ce secteur est composé des exploitations agricoles familiales, associant l'élevage laitier et les cultures fourragères. Mais ce secteur qui prend l'eau en retour du bassin, est caractérisé par une faible pression qui empêche les agriculteurs d'utiliser des techniques économes en eau, ainsi ils ne peuvent pas bénéficier de la tarification préférentielle. Les agriculteurs des secteurs 8 et 6\_2, sont aussi insatisfaits de qualité du service de l'eau. Ces secteurs bénéficient de l'irrigation à partir des puits, mais ils sont caractérisés par un relief élevé. Les agriculteurs des secteurs 4 et 6\_1, sont des secteurs qui ne contiennent pas de puits, donc les agriculteurs sont plus dépendants de l'irrigation à partir du réseau collectif, ce qui peut expliquer leur faible satisfaction.

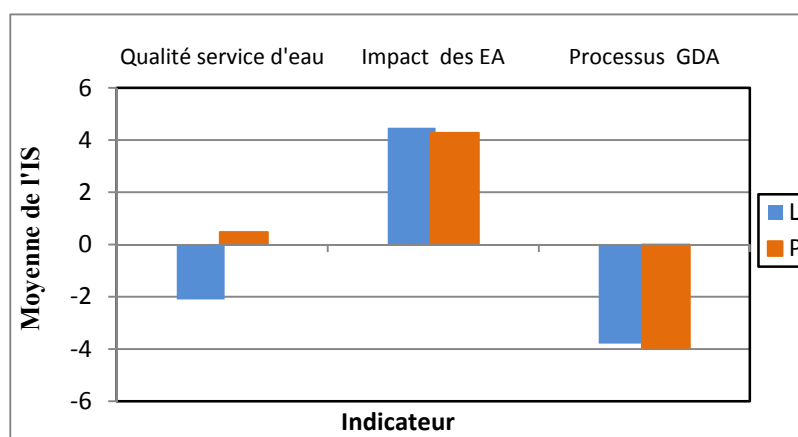
Le faible relief et la localisation du secteur 1 à l'amont de la conduite principale AD1, ainsi que l'accès des usagers à plusieurs puits exploitables, explique leur satisfaction vis à vis la qualité du service de l'eau. Les secteurs 2, 3 et 5 sont aussi des secteurs qui sont caractérisés par un relief faible et par l'existence de plusieurs puits dont la salinité et le niveau d'eau sont acceptables. La satisfaction des agriculteurs du secteur 7 vis à vis la qualité du service de l'eau, est expliquée par le renouvellement de ce secteur. Contrairement au reste du périmètre, il est actuellement irrigué seulement à partir de bornes individuelles.

L'interprétation de l'insatisfaction des agriculteurs vis à vis la qualité du service de l'eau, montre, que les zones favorisées bénéficient d'une meilleur qualité du service d'eau, contrairement aux zones non favorisées caractérisées généralement par un relief élevé ou une localisation à l'aval du système. Ceci met l'accent sur l'impact de l'intervention au niveau de structures régulatrices du système irrigué: c'est que suite aux plaintes des agriculteurs de la faible pression dans plusieurs zones, le GDA a enlevé les limiteurs de pression, ce qui a affecté la distribution de l'eau entre les divers secteurs, les secteurs favorisés bénéficient des pressions d'eau les plus élevées.

#### **II.2.1.2. Effet du statut foncier sur la qualité du service de l'eau**

Les agriculteurs propriétaires et les agriculteurs qui pratiquent le métayage sont plus satisfaits que les locataires.

Le test de Tukey a montré aussi, qu'il y a une différence de moyenne significative entre les *locataires* et les *propriétaires* vis à vis la *qualité du service de l'eau* (figure 3.2).

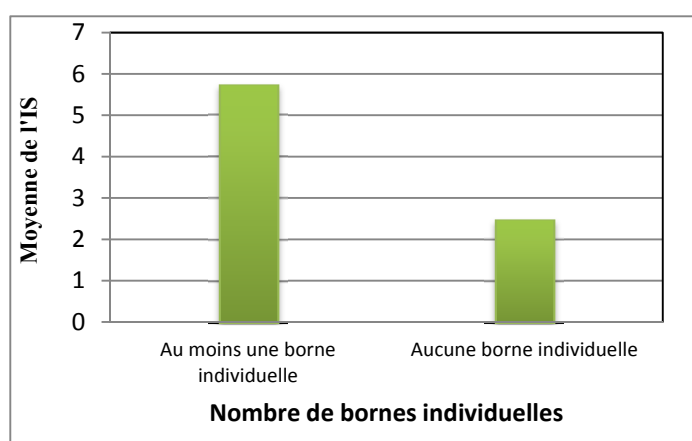


**Figure 3.2: Variation de l'index de satisfaction global selon le statut foncier locataire et propriétaire**

La figure ci-dessus montre que les locataires sont moins satisfaits que les propriétaires de la qualité du service de l'eau. En effet, les locataires sont plus concernés par la qualité du service de l'eau, car ils sont plus dépendants de l'irrigation à partir du réseau collectif que les propriétaires dont la plupart ont accès à une deuxième source d'eau qui sont les puits (6 agriculteurs seulement parmi 38 locataires enquêtés peuvent irriguer à partir des puits).

### II.2.1.3. Effet du nombre de bornes individuelles sur l'index de satisfaction

Les agriculteurs qui ont au moins une borne individuelle sont moins satisfaits que ceux qui irriguent depuis des bornes foyer. Mais le test de Tukey a révélé que la variation de l'index de satisfaction pour chacun des indicateurs intégrateurs entre les deux classes est presque la même, sauf pour la qualité de l'eau souterraine, où la figure ci dessous montre que les usagers de bornes individuelles sont plus satisfaits que ceux qui irriguent à partir de borne foyer (figure 3.3).



**Figure 3.3: Variation de l'index de satisfaction relatif à la qualité de l'eau souterraine selon le nombre de bornes individuelles**

## II.2.1.4. Effet de l'indicateur sur la moyenne de l'index de satisfaction

### II.2.1.4.1. Effet des indicateurs pilotes et intermédiaires sur l'index de satisfaction

La figure 3.4 montre que les agriculteurs sont très satisfaits des performances économiques et techniques des exploitations agricoles, contrairement à la qualité du service de l'eau, et à la qualité du processus interne du GDA, dont l'index de satisfaction est le plus faible.

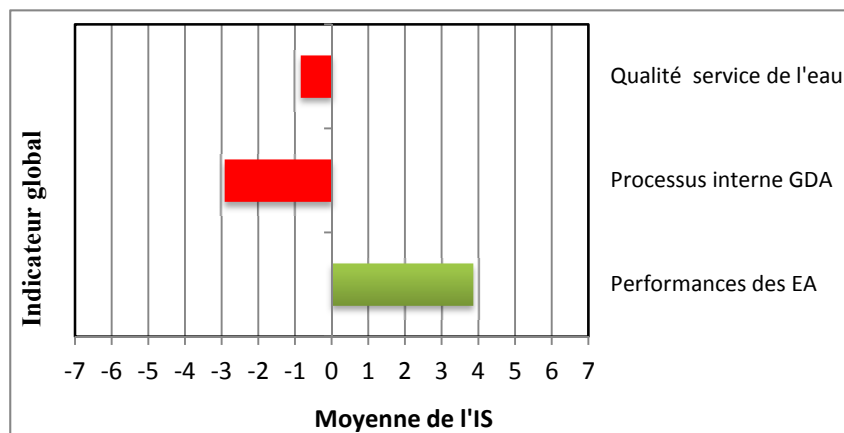


Figure 3.4. Variation de l'index de satisfaction en fonction de la question

Malgré l'insatisfaction des agriculteurs vis à vis la qualité du service de l'eau, la figure 3.5 montre qu'à l'exception de la qualité de l'eau du réseau, les usagers sont satisfaits de la plupart des aspects relatif à la qualité du service de l'eau, surtout de la disponibilité de l'eau d'irrigation. Ceci nous amène à déduire que l'insatisfaction des usagers vis à vis la qualité du service de l'eau est due principalement à leur insatisfaction de la qualité de l'eau du réseau collectif.

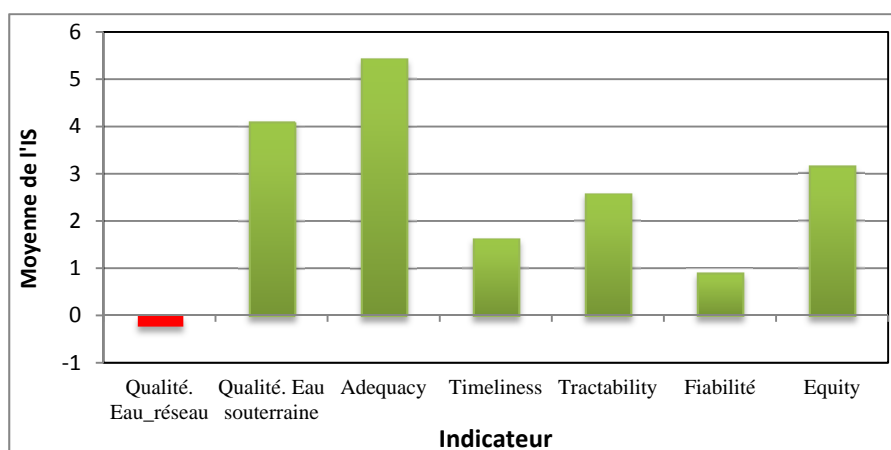


Figure 3.5: Variation de l'index de satisfaction en fonction des indicateurs relatifs à la qualité du service de l'eau

### II.2.1.4.2. Indicateurs élémentaires issus du sondage d'opinion

#### Qualité de l'eau du réseau collectif (-0.23)

La plupart des agriculteurs considèrent que la salinité de l'eau du réseau collectif ne leur permet pas d'irriguer les cultures de leur choix (+0.29). Tandis que 38 % des agriculteurs ont

indiqué qu'ils ont un problème de colmatage des compteurs et 44 % ont un problème de colmatage des équipements d'irrigation.

#### Qualité de l'eau souterraine (+4.09)

Parmi 120 agriculteurs enquêtés, seulement 35 personnes ont accès à l'eau du réseau et à l'eau de la nappe. Ces agriculteurs ne sont pas satisfaits de la salinité du puits et considèrent qu'elle ne leur permette pas d'irriguer les cultures de leurs choix (-0.14). En effet 40%, considèrent que la salinité des puits a augmenté, tandis que 18% seulement considèrent que la profondeur de la nappe a augmenté. 54 % ont déclaré que leurs prélèvements d'eau du puits ont augmenté. Ils sont satisfaits vis à vis l'utilité de la recharge artificielle de la nappe (+5.84), ils considèrent qu'elle contribue à l'amélioration de la qualité et de la disponibilité des eaux des puits.

#### Disponibilité de quantités d'eau suffisantes (adequacy) (+5.43)

32% des agriculteurs ont déclaré qu'ils qu'ils sont obligés de limiter leurs superficies irriguées en raison d'une disponibilité insuffisante en eau d'irrigation et 34% ont considéré que leurs besoin en eau n'est pas satisfait au moment de pointe.

#### Accès à l'eau au moment où les agriculteurs ont besoin (timeliness) (+1.61)

49% des agriculteurs déclarent que le réseau d'irrigation est ouvert aux périodes où ils ont besoin d'irriguer et considèrent qu'il est fonctionnel au moment où ils ont besoin d'irriguer (+0.66). 81% considèrent que les jours et les heures d'irrigation sont adaptés à leurs situation et que la fréquence d'irrigation est suffisante. Mais 28% seulement considèrent qu'ils sont indépendants des autres pour choisir le moment de leurs irrigations.

#### Conditions de livraison d'eau facilement maîtrisables (Tractability) (+2.56)

67 % des agriculteurs considèrent que le débit et la pression délivrés par le réseau sont adaptés à leurs besoins.

#### Fiabilité de livraison d'eau (+0.88)

Les agriculteurs ne sont pas satisfaits de leurs niveau de connaissance des conditions prévues d'exploitation du réseau sont connues (-5.51), en effet 84% ont déclaré qu'ils ne connaissent pas ces conditions. Alors parmi ceux qui ont déclaré qu'ils les connaissent, 58% considèrent que les volumes prévus sont apportés et 38% considèrent que le débit et la pression prévus sont assurés.

#### Equité de distribution de l'eau entre les usagers de l'eau d'irrigation (Equity) (+3.13)

10% des agriculteurs ont déclaré qu'ils ont le sentiment d'être défavorisé en termes de volumes disponibles pour l'irrigation, 13% ont le sentiment d'être défavorisé en termes de moment d'irrigation et 33% ont déclaré avoir le sentiment d'être défavorisé en termes de pression et de débit desservis à la borne d'irrigation.

On peut conclure que les agriculteurs ne sont pas satisfaits de la salinité de l'eau du réseau, et plusieurs d'entre eux ont indiqué qu'ils ont toujours un problème de colmatage des équipements d'irrigation et des compteurs. Ceci peut expliquer leur faible satisfaction de la



qualité de l'eau d'irrigation. Même si, leur satisfaction de la salinité de l'eau du puits reste faible, mais la plupart des agriculteurs ont déclaré que leurs prélèvements d'eau ont augmenté et que le niveau de la nappe est acceptable. La moitié des agriculteurs ont déclaré que le réseau est ouvert quand ils ont besoin, et comme prévu, puisque la plupart irriguent depuis des bornes foyer, ils considèrent qu'ils dépendent des autres pour le choix du moment d'irrigation.

#### II.2.1.4.3. Indicateurs élémentaires quantitatifs

##### *a. Qualité des eaux du réseau collectif d'irrigation*

On propose dans cette partie, de suivre deux paramètres, qui sont la salinité et la charge solide de l'eau d'irrigation.

##### ➤ Salinité de l'eau d'irrigation à l'échelle mensuelle et annuelle

###### Echelle annuelle.

La figure ci-dessous montre la variabilité de la salinité des eaux du réseau d'irrigation depuis l'année 2006 jusqu'à l'année 2011 (SECADENORD, 2011). On remarque une augmentation importante de la salinité durant les années 2006, 2007 et 2008, mais à partir de l'année 2009, la salinité de l'eau a diminué pour atteindre une valeur moyenne acceptable de 2.3 g/l.

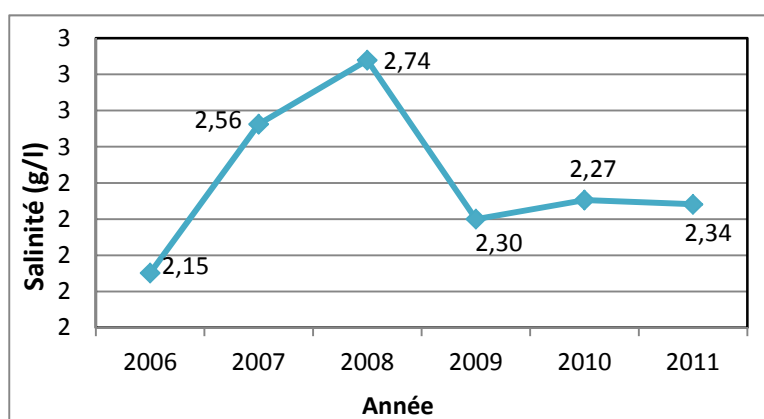


Figure 3.6. Salinité moyenne annuelle de l'eau d'irrigation du réseau de Ras Djebel

###### Echelle mensuelle.

Le réseau collectif est généralement ouvert depuis le mois de Mars jusqu'au mois de Novembre. La figure 3.7, montre que la salinité de l'eau ne dépasse pas 3g/l, donc elle est acceptable.

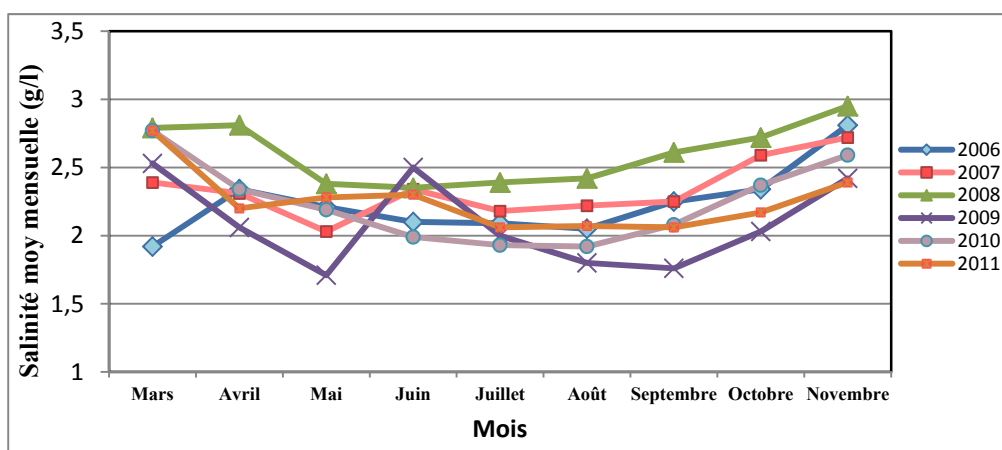


Figure 3.7. Salinité moyenne mensuelle de l'eau d'irrigation du périmètre de Ras Djebel

### ➤ Charge solide des eaux d'irrigation

En absence d'un système d'évaluation de la charge solide des eaux d'irrigation, on a choisi d'examiner l'existence d'un système de décantation-filtration au niveau d'oued Medjerda. Il s'agit d'un système composé d'un bassin de décantation, d'une pompe et d'un filtre, et qui sert à améliorer la qualité de l'eau pompée depuis l'oued. Au niveau du réseau qui approvisionne le périmètre de Ras Djebel, il y a un bassin de décantation  $B_0$  qui se trouve après le barrage mobile de Tobias et qui appartient à la structure commune Ras Djebel-Tobias et Galâat Andalous (BAD, 1995), mais il n'y a pas de filtre.

### b. Qualité de l'eau souterraine

Le système d'évaluation élaboré, vise essentiellement à évaluer des objectifs réalisables, mais, on a jugé qu'il sera intéressant de suivre l'évolution de la qualité de l'eau souterraine et étudier la tendance de son exploitation.

### ➤ Prélèvements de la nappe

**Nombre de puits exploités** : il a diminué depuis l'année 1985 jusqu'à l'année 1995, ceci est dû à la dégradation de la qualité de l'eau souterraine, ce qui a obligé plusieurs agriculteurs à abandonner leurs puits et à utiliser le réseau collectif d'irrigation. Mais suite à une pluviométrie abondante en 1999, il y a eu une remontée du nombre de puits exploités jusqu'à atteindre 819 puits en 2010 (figure 3.8).

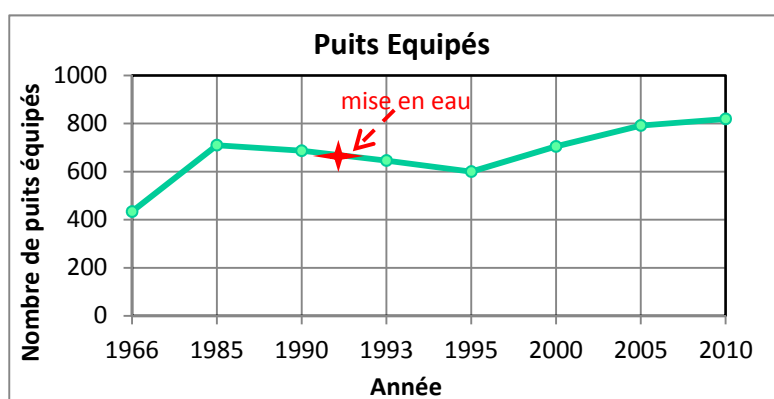


Figure 3.8. Evolution du nombre de puits exploités

**Taux d'exploitation de la nappe:** le taux d'exploitation de la nappe est le rapport entre le volume annuel prélevé de la nappe et le volume annuellement renouvelé par la recharge pluviométrique. Malgré la diminution du taux d'exploitation de la nappe depuis 1999, il reste largement supérieur à 100%, ce qui correspond à un état de surexploitation. Ce taux a augmenté entre 1966 et 1985, jusqu'à atteindre une valeur de 160%, ceci est dû à l'augmentation des volumes prélevés de la nappe expliquée par l'augmentation du taux d'équipement. Cette surexploitation a engendré la dégradation de la qualité de l'eau (la salinité a atteint 4 g/l en 1990), ce qui a obligé plusieurs exploitants à abandonner leurs puits. L'exploitation de la nappe a augmenté de nouveau depuis 2005, jusqu'à atteindre une valeur de 125% en 2010.

➤ **Salinité de l'eau souterraine**

La salinité de l'eau a varié entre 2 et 4 g/l, ceci explique le recours des agriculteurs, qui cultivent les agrumes, à l'utilisation de l'eau du réseau collectif.

➤ **Profondeur de l'eau souterraine**

En 1966, la profondeur de la nappe est située entre 0 et 20 m (Ennabli, 1969). En 1993, le niveau piézométrique a baissé de 40 m (Mathlouthi, 1995). Actuellement, il varie entre 10 et 20 m.

➤ **Recharge artificielle de la nappe**

**Nombre de sites de recharge par secteur :** En 2007, le nombre de site de recharge de la nappe est de l'ordre de 14 sites, dont la distribution dans les 9 secteurs est représentée dans le tableau ci-dessous:

**Tableau 3.6 : Nombre de sites de recharge par secteur**

Secteur	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nombre de sites	1	1	1	0	6	0	2	3	0

Actuellement, 8 sites de recharges sont fonctionnels, plusieurs sites ne sont plus utilisés pour diverses raisons: les puits de recharge sont saturés, ou le comptage au niveau de ces sites n'est plus fonctionnel.

**Volume de recharge annuel de la nappe:** Le périmètre irrigué de Ras Djebel bénéficie d'un quota de 500 000 m<sup>3</sup>/an, offert par l'état, et de la moitié du quota attribué au périmètre El Alia, ainsi, le périmètre bénéficie de 750 000 m<sup>3</sup>/an. En étudiant l'évolution du volume d'eau injecté depuis 2007 jusqu'à 2010, qui est représentée dans le tableau 3.7, on remarque qu'à partir de l'année 2009, le volume de recharge de la nappe a diminué jusqu'à atteindre une valeur largement inférieure à la valeur prévue.

**Tableau 3.7: Evolution du volume de recharge de la nappe de Ras Djebel (2007-2011)**

Année	2007	2008	2009	2010
Volume de recharge de la nappe (m <sup>3</sup> )	683 522	772 932	501 017	510 346

### c. Livraison d'eau fiable et prévisible

#### ➤ Performance de livraison d'eau (WDP)

La performance de livraison d'eau est le rapport entre le volume réel livré par le réseau et le volume d'eau planifié. Le tableau 3.8 montre que les valeurs de WDP depuis 2007 jusqu'à 2010, sont supérieures à 1, ainsi, le volume d'eau est supérieur au volume d'eau planifié par l'administration.

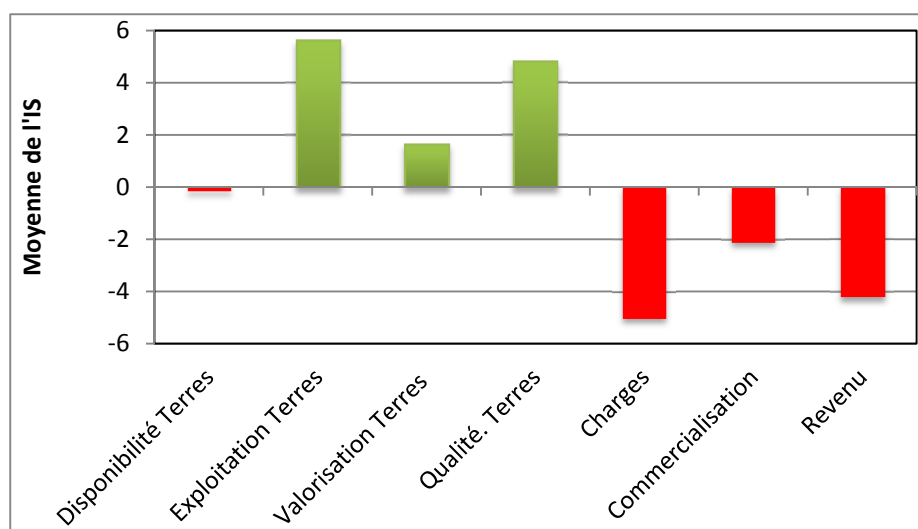
**Tableau 3.8 : Performance de livraison d'eau WDP (2007-2010)**

Année	2007	2008	2009	2010
Volume d'eau pompé par le SECADENORD (m <sup>3</sup> )	2 803 868	3 480 187	3 047 403	2 986 044
Demande en eau (m <sup>3</sup> )	2 742 857	2 742 857	2 742 857	2 742 857
WDP	1,02	1,27	1,11	1,09

### II.2.2. Impact de la qualité du service de l'eau sur les performances économiques et techniques des exploitations agricoles

#### II.2.2.1. Effets des indicateurs intégrateurs sur l'index de satisfaction

La figure 3.9 montre que les agriculteurs sont plus satisfaits de l'exploitation des terres et de sa qualité que de sa valorisation. Cependant ils sont plus satisfaits de ces trois indicateurs que de la disponibilité des terres, de la commercialisation de leurs produits et de leurs. L'index de satisfaction le plus faible a été attribué aux charges de l'exploitation.



**Figure 3.9 : Variation de l'index de satisfaction en fonction des indicateurs de performances des exploitations agricoles**

#### II.2.2.1.1. Indicateurs élémentaires issus du sondage d'opinion

##### Disponibilité des terres irriguées (-0.12)

48% des agriculteurs considèrent que la taille de leur exploitation sur le périmètre est insuffisante, et 14% ont déclaré qu'ils louent des terres aussi en dehors du périmètre. 8% envisagent d'acquérir des terres supplémentaires, mais 34% seulement envisagent la location

de terres supplémentaires. 13% ont déclaré qu'ils envisagent de désengager de l'activité agricole à cause de la faible taille de leurs exploitations.

Exploitation des terres (intensité culturale) (+5.61)

75% des agriculteurs sont satisfaits de leurs cultures pratiquées, et 56% pensent à faire évoluer leurs cultures.

Valorisation des terres (intensification) (+1.61)

44 % des agriculteurs considèrent qu'ils atteignent les rendements visés pour leurs cultures.

Qualité de la terre (+4.8)

Les agriculteurs considèrent que les problèmes de salinité des terres ont touché plusieurs exploitations à l'intérieur du périmètre irrigué (-2.09) et que ces problèmes empêchent plusieurs agriculteurs de cultiver certaines terres ou d'obtenir des rendements élevés (-2.48).

24% ont déclaré que leurs terres sont affectés par des problèmes de salinité, 22% que ces problèmes les empêchent de cultiver certaines terres ou d'obtenir des rendements élevés et 19% considèrent que ce phénomène a progressé au cours des dernières années.

23% ont certifié qu'ils sont affectés par des problèmes de baisse de fertilité des terres, 21% ont jugé que ces problèmes les empêchent d'obtenir les rendements souhaités et 23% pensent que ces problèmes de baisse de fertilité ont progressé au cours des dernières années. 80% des agriculteurs ont déclaré qu'ils sont affectés par des problèmes de maladies des cultures, 74% considèrent que ces problèmes les empêchent d'obtenir des rendements élevés et 79% ont déclaré que ces problèmes ont progressé au cours des dernières années.

Charges de l'exploitation (-4.9)

Les agriculteurs sont plus satisfaits du "coût de location des terres"(-2.98) que du "coûts des intrants" (-3.82) et ils sont plus satisfaits de ces deux indicateurs que du "coût de la main d'œuvre" (-5.42). Ils sont surtout non satisfaits du "coût de l'eau" (-5.63). 30% des enquêtés considèrent que l'accès à la main d'œuvre est facile, et 27% considèrent que l'accès à la main d'œuvre qualifiée est facile.

Commercialisation des produits agricoles (-2.1)

53 % des agriculteurs ont déclaré qu'ils ont des difficultés à vendre leurs produits, ils sont insatisfaits des prix de vente (-1.81) et de l'organisation du marché (-1.92). Ils considèrent aussi que le recours aux intermédiaires ne facilite pas la commercialisation de leurs produits (-3.65).

Amélioration du revenu (-4.19)

Les agriculteurs ne sont pas satisfaits de leurs revenus (-2.87), en effet 77% ont déclaré que leurs revenus ne s'améliorent pas et 43% ont déclaré qu'ils ont des dettes. 25% ont déclaré qu'ils ont facilement accès au crédit.

On conclut que la moitié des enquêtés ne sont pas satisfaits de la taille de leurs parcelles, mais un faible pourcentage envisage de louer ou d'acheter d'autres parcelles, ils expliquent ceci par le prix élevé de location ou d'achat des terres à Ras Djebel. Ainsi, ils ne sont pas satisfaits de la disponibilité des terres irriguées. Concernant la qualité des terres, les agriculteurs sont

satisfaits de la fertilité des terres et considèrent que le problème de salinité des terres est très limité. Cependant, selon eux, les maladies des cultures est un problème qui n'a pas cessé de progresser et qui affecte leurs rendements. L'index de satisfaction vis à vis les charges de l'exploitation est très faible, l'analyse des indicateurs élémentaires a montré que les agriculteurs considèrent que le coût de la main d'œuvre et le coût de l'eau sont très élevés.

### 1.2.2. Indicateurs élémentaires quantitatifs

On se réfère ici aux principaux aspects des performances techniques et économiques des exploitations agricoles.

#### a. Exploitation des terres irriguées

##### ➤ Superficie cultivée par culture

La figure 3.10 présente les superficies occupées par les cultures et leur évolution durant trois campagnes agricoles (2008-2010). On déduit qu'il y a un développement de la superficie des cultures fourragères, qui a passé de 450 ha en 2008 à 880 ha en 2010. L'évolution de cette superficie est due à la tarification réduite appliquée à ce type de culture, et au système de production de Ras Djebel connu par l'élevage bovin. En ce qui concerne le maraîchage, qui représente une culture privilégiée dans le périmètre, on constate une chute remarquable de sa superficie, qui est due à une charge plus élevée de l'eau et de la main d'œuvre pour ce type de culture, et à la difficulté de commercialisation, ainsi qu'à la stabilité de prix de vente vis à vis des charges des intrants qui n'ont pas cessé d'augmenter.

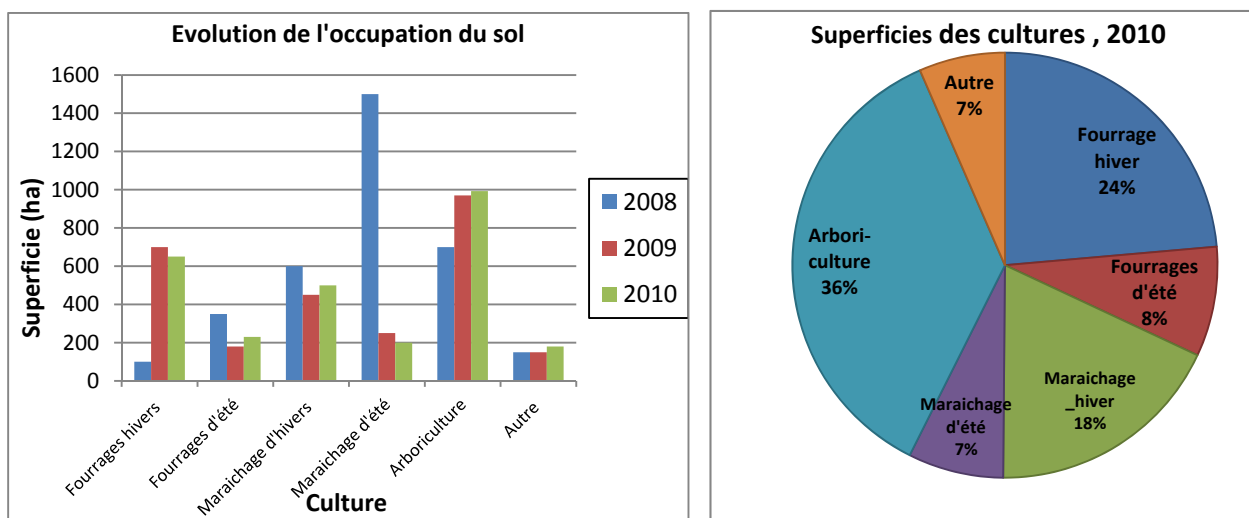


Figure 3.10: Occupation du sol du périmètre irrigué de Ras Djebel

On remarque aussi un développement de la superficie de l'arboriculture, en particulier les agrumes, qui est expliqué par l'amélioration de la qualité de l'eau souterraine, ce qui a encouragé les agriculteurs à revivifier leurs plants.

##### ➤ Intensité culturale

Le taux d'intensification est le rapport entre la superficie totale cultivée durant une année et la superficie totale du périmètre irrigué. Ce taux prend en considération la totalité des cultures

irriguées et montre la maîtrise des exploitants, du calendrier cultural, du pilotage d'irrigation, en conformité avec les soucis du marché (Lebdi et al, 2003). Le taux d'intensification a une bonne valeur, mais il a diminué de 164% en 2008 à 139 % en 2010.

### **b. Rendement des cultures**

Le rendement cultural est la production annuelle par unité de surface. Parmi 50 enquêtes réalisées, 42 agriculteurs ont accepté de nous répondre. On a choisit de présenter dans le tableau suivant, seulement les résultats des rendements des cultures principales: Maraîchage (pomme de terre et persil) et l'arboriculture (les agrumes).

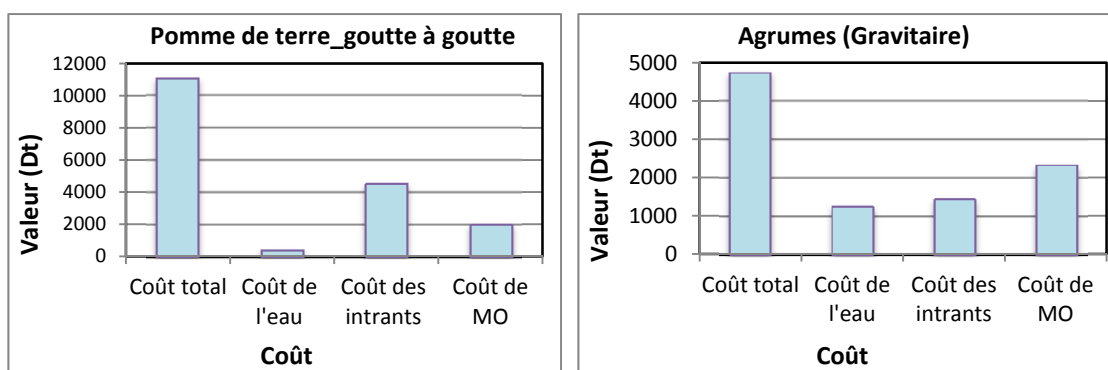
Le rendement des agrumes évalué par les agriculteurs pour cette année, est de l'ordre de 30.4 T/ha, qui correspond à la norme souhaitée, de l'ordre de 30 T/ha (Zekri et al, 2001). Le rendement de pomme de terre est de 23 T/Ha, qui correspond au niveau moyen de production qui varie de 17 à 25 T/ha selon les saisons (Centre Technique de pomme de terre, 2008).

**Tableau 3.9 : Rendement des cultures principales du périmètre**

Culture	Rendement
Pomme de terre (T/ha)	23
Persil (T/ha)	29
Agrumes (âge moyen de 5 à 10 ans), (T/ha)	30,4

### **c. Charges de l'exploitation**

Au cours des ateliers participatifs, on a essayé d'estimer les charges de l'exploitation agricole pour deux cultures: Pomme de terre irriguée en gravitaire; pomme de terre irriguée en goutte à goutte et les agrumes irrigués en gravitaire amélioré, pour une superficie de 1 ha. La figure 3.11 montre que le coût de l'eau est faible par rapport aux charges totales de la parcelle.



**Figure 3.11. Coût relatif de l'eau, des intrants et de la main d'œuvre par ha**

Pour la pomme de terre, dont la technique d'irrigation est la goutte à goutte, le coût relatif de l'eau est de 4%, mais on remarque que la charge des intrants est la plus élevée, suivie de la charge de main d'œuvre. En effet, le coût relatif des intrants est de 42%, tandis que le coût relatif de la main d'œuvre est de 18%.

Concernant les agrumes irrigués en mode gravitaire amélioré, le coût relatif de l'eau est plus élevé, il est de l'ordre de 26%, mais il reste inférieur au coût relatif des intrants qui est de 31%. Cependant, on remarque que la charge de main d'œuvre est la plus élevée, elle représente 50% des charges totales de l'exploitation. Ceci est expliqué par la technique

utilisée, parmi les avantages de la goutte à goutte, on cite le faible besoin en main d'œuvre, contrairement à l'irrigation gravitaire.

## II.2.3. Qualité du processus interne du GDA

### II.2.3.1. Effet du nombre d'agriculteurs par borne foyer

Les agriculteurs qui utilisent des bornes dont le nombre d'usagers varie de 1 à 2, sont plus satisfaits que ceux qui irriguent depuis des bornes communes entre 3 à 4 irrigants. Les agriculteurs les moins satisfaits, sont les agriculteurs qui utilisent des bornes communes entre 5 à 12 personnes. L'effet de l'interaction entre "nombre d'agriculteurs par borne foyer" et "indicateur", n'est significatif que pour la qualité du processus interne du GDA. En effet, le modèle a révélé que les usagers de bornes communes entre 0 à 2 personnes, sont les plus satisfaits de la qualité du processus interne du GDA et que les usagers de bornes communes entre 3 à 4 personnes sont les moins satisfaits de cet aspect (figure 3.12).

Les usagers de bornes communes entre 5 et 12 personnes, sont généralement des agriculteurs qui ont d'autres activités professionnelles et des parcelles de faible superficie, contrairement aux usagers de bornes communes entre 3 à 4 usagers, qui représentent la majorité dans ce périmètre et qui s'intéressent plus aux règles de gestion du périmètre, au comptage, au prix d'eau et à la gestion du GDA.

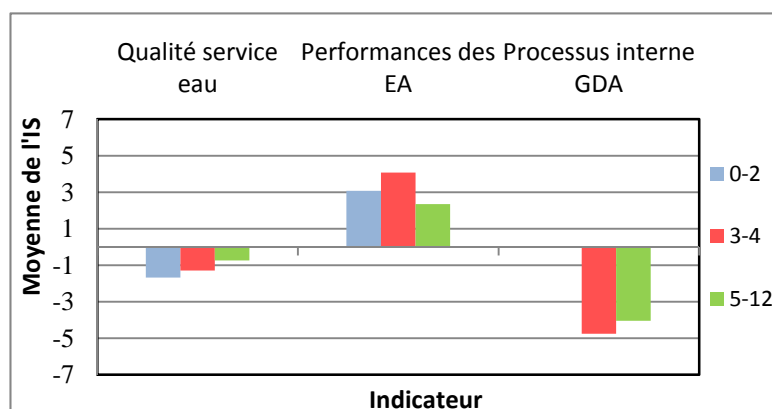
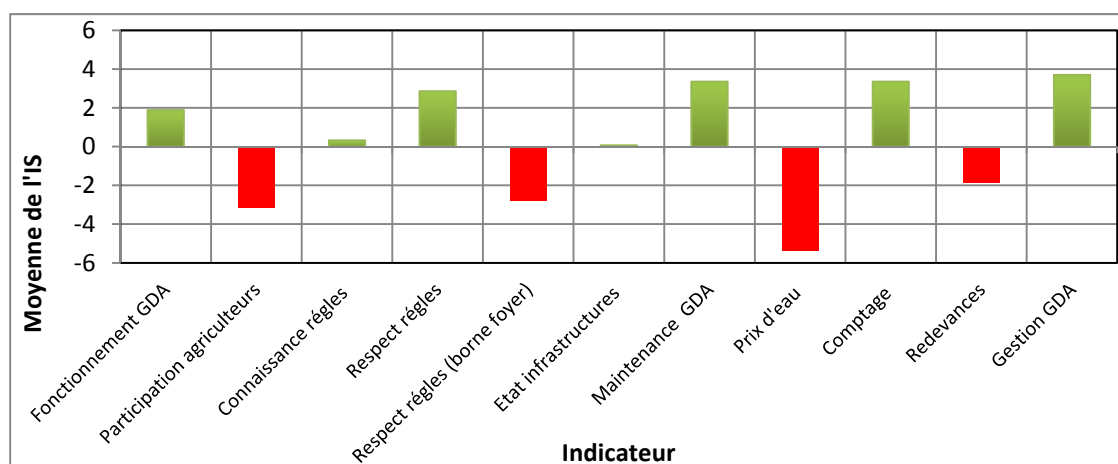


Figure 3.12: Variation de l'index de satisfaction en fonction du nombre des usagers de borne foyer

### II.2.3.2. Effet des indicateurs intégrateurs sur l'index de satisfaction

La figure 3.13 montre que les agriculteurs considèrent que le GDA est bien géré et que la maintenance et le comptage d'eau sont efficaces. Ils considèrent que les règles de gestion sont connues et respectées. Par contre, ils sont insatisfaits du paiement des redevances et considèrent que les règles de gestion des bornes foyer ne sont pas respectées. Ils sont surtout insatisfaits de "la participation des agriculteurs à la prise de décision" et du "prix d'eau".





**Figure 3.13. Variation de l'index de satisfaction en fonction des indicateurs relatif à la qualité du processus interne du GDA**

### II.2.3.2.1. Indicateurs élémentaires issus du sondage d'opinion

#### Fonctionnement du GDA (+1.88)

73% des agriculteurs (parmi 20% qui ont répondu) considèrent que le GDA remplit ses obligations, 37 % considèrent que le GDA était autonome vis à vis de l'administration et des autorités locales avant la révolution, tandis que 65% (parmi 58% qui ont répondu) considèrent que le GDA est autonome vis à vis de l'administration et des autorités locales après la révolution. 64% (parmi 40% qui ont répondu) considèrent que le transfert de la gestion de l'état vers le GDA est une bonne chose.

#### Participation des agriculteurs (-3.17)

Les agriculteurs considèrent que l'implication des autres agriculteurs dans la prise de décision est très faible (+0.32). En effet, 5% (parmi 55% qui ont répondu) des agriculteurs ont déclaré qu'ils participent au fonctionnement du GDA et à la prise de décision. 23% participent aux réunions du GDA et 8% considèrent qu'il existe un bon esprit de coopération entre les agriculteurs

#### Connaissance des règles d'exploitation (+0.32)

Les agriculteurs ne sont pas satisfaits de leur niveau de connaissance et de compréhension des règles d'exploitation du réseau d'irrigation (+0.32; +0.06). Mais ils ne considèrent pas que ces règles sont pénalisantes (-0.08).

#### Respect des règles d'exploitation (+2.8)

64% des agriculteurs ont déclaré que ceux qui n'ont pas payé leur consommation d'eau sont pénalisés et considèrent qu'ils respectent ces règles (+6.79).

#### Acceptation des règles de gestion des bornes foyer (-2.8)

Les usagers de bornes foyer ne sont pas satisfaits de la disponibilité d'eau suffisantes quand la demande en eau est élevée (-0.76). 56% des irrigants ont déclaré qu'ils irriguent la nuit si la borne foyer est surchargée, 66% ont indiqué qu'ils notent leurs index de consommation dans

un cahier commun et 57% participent à la vérification des index de consommation afin de limiter les vols d'eau.

#### Etat des infrastructures (0.07)

45% des agriculteurs ont déclaré qu'il y a plusieurs fuites dans le réseau de distribution et 42% considèrent que le réseau devrait être réhabilité.

#### Maintenance par le GDA (+3.35)

84% ont déclaré qu'ils participent à la maintenance du réseau. Ils considèrent que le GDA ne joue pas son rôle dans la maintenance préventive (-1.47), mais qu'il peut réaliser les travaux d'entretien par ses propres moyens (+2.91).

#### Tarification de l'eau (-5.38)

11% seulement des agriculteurs ont déclaré qu'ils connaissent comment le prix d'eau est calculé. Alors que 85% ont déclaré qu'ils connaissent la tarification préférentielle, mais 8% seulement (parmi 35% des répondants) bénéficient de cette tarification.

#### Comptage de l'eau (+3.35)

79% des agriculteurs ont déclaré qu'ils disposent d'un compteur fonctionnel.

#### Redevances (+3.7)

49 % des agriculteurs ont déclaré qu'ils sont endettés vers le GDA.

La plupart des agriculteurs sont satisfaits de la maintenance du réseau par le GDA même s'ils considèrent que l'entretien préventif n'était pas assurée. Ils ont rapporté qu'ils participent à la maintenance en rapportant les fuites et les casses dans le réseau même celles qui ne touchent pas leurs parcelles. Ils considèrent aussi que le GDA est capable de réaliser les travaux de maintenance par ses propres moyens, mais on a remarqué que la plupart ne connaissent pas le profit du GDA de la vente de l'eau, et qu'ils supposent que le GDA profite des 140 millimes de la vente d'eau et non pas de 30 millimes. La plupart des agriculteurs ont déclaré qu'ils ne connaissent comment le prix d'eau est calculé et ils ont insisté sur l'importance de la transparence de l'administration vis à vis ce sujet. Mais pour l'indicateur "paiement des redevances", l'opinion des agriculteurs reflète une contradiction, en effet, ils sont satisfaits du paiement des redevances alors que la moitié a déclaré qu'elle a des dettes envers le GDA.

### **II.2.3.2.2. Indicateurs élémentaires quantitatifs**

#### ***a. Améliorer l'efficacité de la gestion collective***

##### **➤ Taux d'adhésion au GDA**

Le taux d'adhésion est le rapport entre le nombre d'agriculteurs adhérents et le nombre total des agriculteurs bénéficiaires de l'eau du réseau (tableau 3.10).

**Tableau 3.10: Taux d'adhésion au GDA (2009-2011)**

Année	Nbre d'adhérents	Nbre d'exploitants	Taux d'adhésion (%)	Nbre d'adhérents planifié	Taux d'adhésion planifié (%)
2009	943	2500	37,72	1100	44
2010	714	2500	28,56	1100	44
2011	553	2500	22,12	1100	44

On remarque que le taux d'adhésion a baissé au cours des deux dernières années. Sa valeur est inférieure à la valeur planifiée par l'administration est de 44% (DG/GR, 2009). Cette diminution peut être expliquée par l'amélioration de la qualité de l'eau souterraine, ce qui a permis à plusieurs agriculteurs d'irriguer depuis leurs puits, sans recours à l'eau du réseau collectif.

➤ **Rapport entre la superficie du périmètre et le nombre d'aiguadiers**

Pour une superficie de 1987 ha, composée de 9 secteurs, il y a seulement quatre aiguadiers, chacun s'occupe d'une superficie moyenne de 500 Ha.

➤ **Taux d'exploitation du réseau d'irrigation**

C'est le rapport entre le nombre de bornes exploités et le nombre total de bornes. Le taux moyen d'exploitation du réseau, en 2010, est de l'ordre de 65%. Ce taux faible peut être expliqué par le recours de plusieurs agriculteurs à l'utilisation des eaux souterraines. On a choisi de présenter ce taux pour chaque secteur dans le tableau 3.11.

**Tableau 3.11 : Taux d'exploitation du réseau par secteur en 2010**

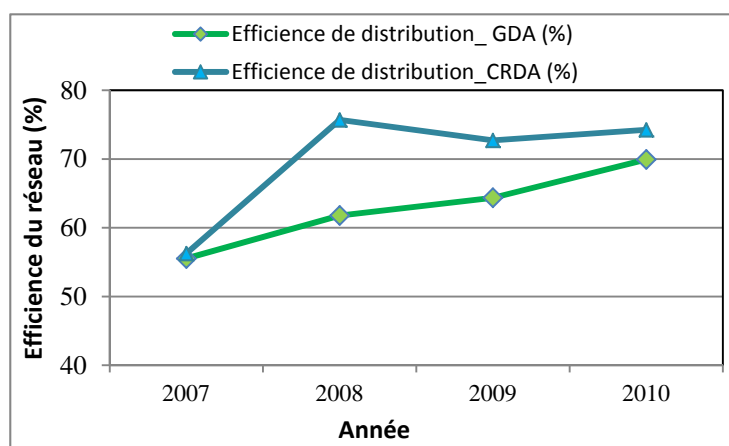
Secteur	Nombre total de bornes	Nombre de bornes exploités	Taux d'exploitation (%)
1	98	56	57
2	93	62	67
3	69	49	71
4	70	56	80
5	129	83	64
6	84	41	49
7	62	42	68
8	69	45	66
9	31	23	74
<b>Total</b>	<b>705</b>	<b>457</b>	<b>64,82</b>

Le taux d'exploitation le plus faible est celui du secteur de Bni Atta (secteur 6), dont la plupart ont accès à des puits de faible salinité, avec un niveau d'eau élevé, suivi du secteur Bhira

Kebli (secteur 1). Le secteur Dmen (secteur 4), a le taux d'exploitation le plus élevé, ce secteur ne contient pas de puits, donc les agriculteurs n'utilisent que les bornes d'irrigation.

### ➤ **Efficience de distribution**

Le réseau peut être évalué selon plusieurs critères: les pertes d'eau qu'il occasionne, l'adaptation des conduites qui le constituent au fonctionnement exigé du réseau ou la satisfaction de la demande en eau à chaque borne, en termes de débit et de pression. Les pertes de l'eau dans le réseau sont évaluées à travers l'efficience de distribution, qui est définie par le ratio entre le volume d'eau apporté au réseau et les volumes d'eau distribués aux bornes d'irrigation (Bos et al, 2005). D'après les bilans du GDA et du CRDA, on peut disposer des volumes pompés (mesurés par un débitmètre à la sortie du réservoir R3 (bassin Hassen Belhouja) et des volumes vendus (relevés par le GDA). Mais à cause du décalage de comptage entre le GDA et le CRDA, on a choisi de représenter l'efficience selon les deux. La figure suivante représente l'efficience de distribution du réseau depuis 2007 jusqu'à 2010 (figure 3.14).



**Figure 3.14 : Efficience de distribution du réseau (%)**

Selon la valeur d'efficience de distribution du bilan du GDA, l'évaluation des pertes d'eau globales montre une mauvaise efficience du réseau, le taux de perte qui a varié de 30 à 44% est supérieure au taux de perte admissible fixé par le CRDA, qui est de l'ordre de 30% (DG/GREE, 2009). Ces pertes dans le réseau sont dues essentiellement à des pertes physiques (techniques): Casses ou des fuites, mais, on peut déduire qu'il existe aussi des pertes commerciales qui sont liées à la fiabilité des compteurs ou l'existence de vols d'eau. Concernant les pertes physiques, l'origine de ces pertes est généralement des casses dans le réseau ou des fuites (dans les ouvrages ou les bornes...).

### ➤ **Efficience de l'infrastructure**

L'efficience de l'infrastructure est définie par le rapport entre le nombre de structures hydrauliques fonctionnelles et le nombre total des structures. Selon le CRDA (2010), 236 structures ne sont pas fonctionnelles par rapport à 1711 structures totales, d'où une efficience de 86 %.

### ➤ Capacité d'intervention du GDA

Le GDA doit assurer la maintenance des conduites en amiante ciment et en polyéthylène dont le diamètre est inférieur ou égal à 300 mm. Mais, réellement, le GDA est capable d'assurer seulement la maintenance des conduites en amiante ciment, de diamètre maximal 80 mm et la maintenance des conduites de diamètre ne dépassant pas 110 mm (65, 90, 110).

### ➤ Taux de maintenance préventif

Par rapport à 23 opérations de maintenance réalisées en 2010, une seule opération préventive a été effectuée d'où un taux de maintenance préventif très faible, il est de l'ordre de 4.3%.

### ➤ Nombre d'incidents

En examinant la figure 3.15 qui représente le nombre de casses par secteur, on peut déduire que hormis le secteur 9 qui est une nouvelle extension, tous les autres secteurs ont un faible nombre d'incidents. Le secteur Guâa Balloute (secteur 7) a été réhabilité en 2008, et une partie du secteur Bni Atta (secteur 6) a été réhabilité en hivers 2012.

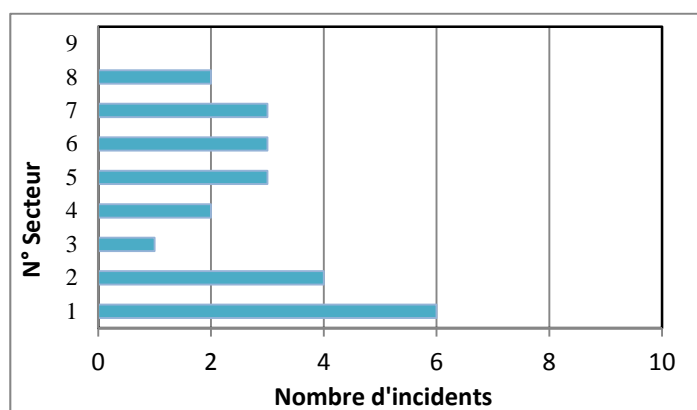


Figure 2.15. répartition des casses par secteur

## b. Garantir la viabilité économique du GDA

### ➤ Evolution du prix de l'eau

Après l'aménagement du périmètre irrigué de Ras Djebel, et dans le cadre d'une politique qui vise à encourager les agriculteurs à pratiquer l'agriculture irriguée, le prix de l'eau en 1992 était subventionné par l'état et ne représente qu'une partie du prix réel de l'eau. Il a été de l'ordre de 44 millimes. Néanmoins, cette subvention a été réduite progressivement par un mécanisme de réajustement de 15% jusqu'à atteindre le prix réel. Actuellement le prix du m<sup>3</sup> d'eau est de 140 millimes.

### ➤ Rapport entre le volume d'eau facturé avec un tarif réduit et le volume d'eau total livré au périmètre

C'est le volume d'eau facturé avec un tarif réduit divisé par le volume d'eau livré total. La tarification préférentielle est destinée aux agriculteurs qui ont des cultures fourragères et qui utilisent des techniques économes en eau. On a essayé de suivre l'évolution de ce paramètre depuis l'année 2007 (tableau 3.12).

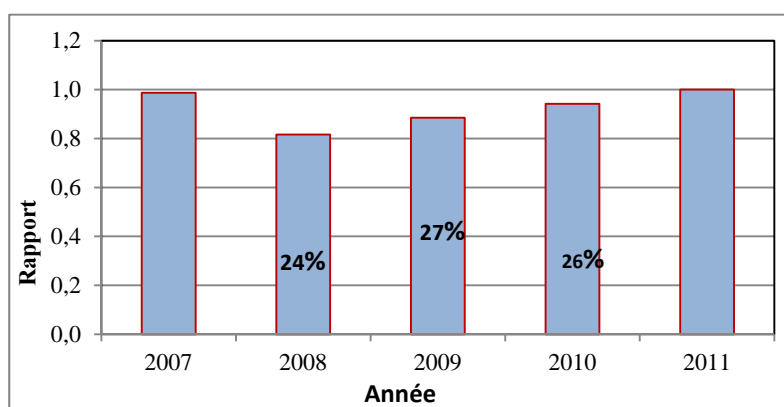
**Tableau 3.12 : Evolution du taux des volumes d'eau facturés avec un tarif réduit (2007-2011)**

Année	2007	2008	2009	2010	2011
Taux des volumes d'eau facturés avec un tarif réduit	7,5	6,9	6,8	9,7	15,0

On remarque que les volumes d'eau facturés avec un tarif réduit ont commencé à progresser depuis l'année 2010.

➤ **Rapport entre volumes facturés par le GDA aux agriculteurs, et facturé par le CRDA au GDA**

Avant la création du GDA, le CRDA facture le volume consommé à chaque AIC séparément. C'est l'AIC qui fait la relève de tout volume consommé. A partir de 2007, les aiguadiers du GDA et du CRDA prenaient les relèves conjointement (figure 3.16).

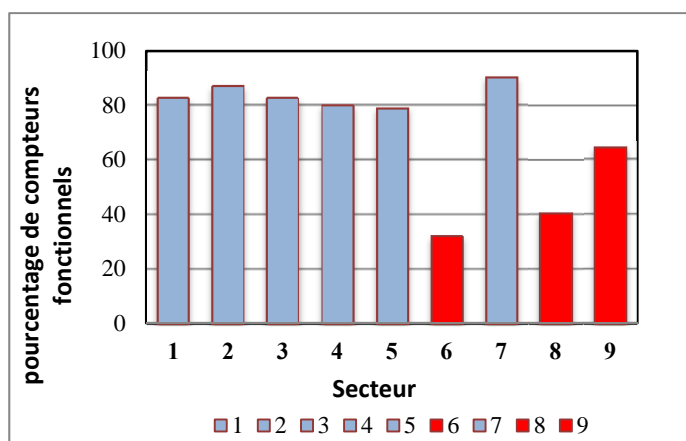


**Figure 3.16 : Rapport entre le volume d'eau relevé par le GDA et le volume d'eau facturé par le CRDA**

Un an plus tard, le CRDA a commencé à facturer au GDA, le volume relevé par le débitmètre du SECADENORD, d'où l'écart qui existe entre les volumes d'eau facturés par le CRDA et les volumes d'eau relevés par le GDA. Les deux débitmètres du CRDA étaient installés depuis l'année 2008, mais, le CRDA n'a commencé à utiliser le volume relevé par ces deux compteurs qu'après la révolution. Actuellement, le CRDA facture de nouveau, le volume relevé par le GDA et n'utilise pas ses débitmètres ni le débitmètre de SECADENORD.

➤ **Pourcentage de bornes avec compteur fonctionnel**

Il s'agit du rapport entre le nombre de bornes équipés de compteurs fonctionnels et le nombre de bornes total. La figure 3.17 représente ce rapport pour les différents secteurs du périmètre. On peut remarquer que ce pourcentage est très faible dans le secteur de Béni Atta (secteur 6) et le secteur de Cap Zbib (secteur 8) suivis par le secteur de Douar Hmouda (secteur 9). Tandis que les autres secteurs sont caractérisés par un pourcentage de compteurs fonctionnel acceptable (supérieure à 80%).

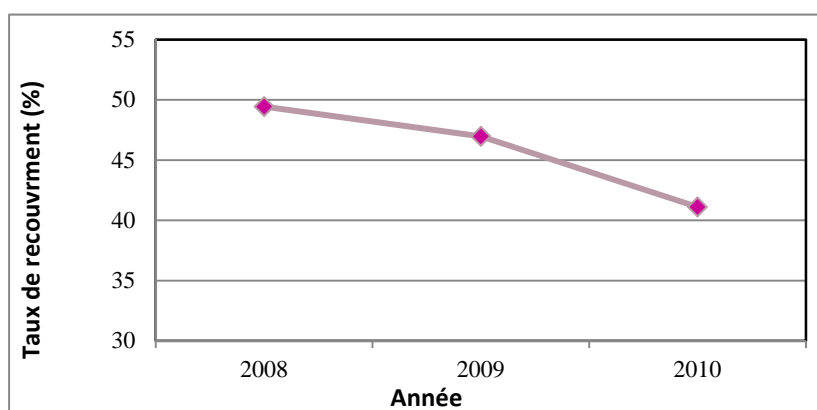


**Figure 3.17: Pourcentage de bornes équipées de compteurs fonctionnels**

On peut remarquer que ce pourcentage est très faible dans le secteur de Béni Atta (secteur 6) et le secteur de Cap Zbib (secteur 8) suivis par le secteur de Douar Hmouda (secteur 9). Tandis que les autres secteurs sont caractérisés par un pourcentage de compteurs fonctionnel acceptable (supérieure à 80%).

➤ **Taux de recouvrement**

C'est le rapport entre les recettes réalisées et les recettes exigibles (les recettes de l'irrigation sont en général les recettes de vente d'eau). La figure 3.18 illustre l'évolution de cet indicateur entre les années 2008-2010. On remarque clairement que durant les trois dernières campagnes du service du GDA, le taux de recouvrement n'a jamais dépassé 50% et qu'il est en régression continue. On peut expliquer ce faible taux par la réticence des exploitants envers le paiement en mettant en question l'efficacité du GDA et le prix de l'eau qu'ils jugent très élevé.



**Figure 3.18 : Evolution du taux de recouvrement (2008-2010)**

➤ **Montant de l'endettement des agriculteurs**

Le montant de l'endettement n'a pas cessé d'augmenter durant les dernières trois années (tableau 3.13).

**Tableau 3.13 : Evolution de l'endettement des agriculteurs (2008-2009)**

Année	2008	2009	2010
<b>Dettes des agriculteurs (valeur accumulée), en DT</b>	229 611,73	248 509,47	290 721,98

➤ **Taux de couverture des charges d'exploitation et de maintenance du réseau d'irrigation**

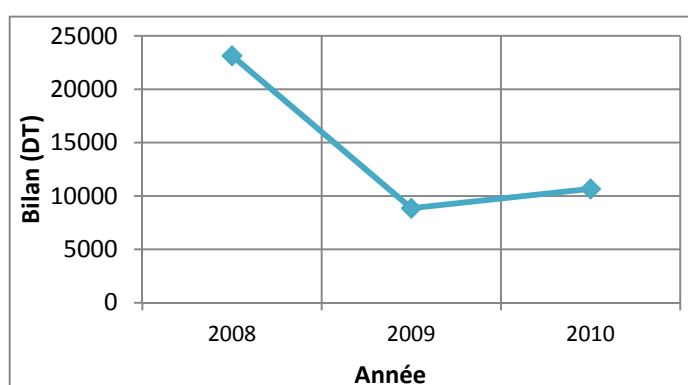
Les gestionnaires du GDA doivent garantir le recouvrement des coûts engagés dans l'achat d'eau, la maintenance du périmètre et la gestion. De ce fait, on doit évaluer le taux de couverture de ces charges, qui est le rapport entre les recettes moyennes réalisées et le coût d'exploitation et d'entretien du système irrigué (tableau 3.14). On peut considérer que le GDA couvre en moyenne, durant les trois dernières années, 95% des charges de ces dépenses.

**Tableau 3.14 : Couverture des charges de l'exploitation et de la maintenance du réseau**

Année	2008	2009	2010
Recettes (DT)	271842	295816	257403
Dépenses (DT)	248707	286965	246739
Taux de couverture des charges (%)	91,49	97,01	95,86

➤ **Bilan financier**

Le bilan financier du GDA est positif, mais on remarque que cet indicateur a clairement régressé depuis l'année 2008 (figure 2.19). Ceci est expliqué d'une part, par la diminution des recettes de la vente de l'eau de 149 000 DT en 2008 à environ 120 000 DT en 2009 et 2010, et d'autre part d'un coût élevé d'entretien en 2009.

**Figure 3.19. Bilan financier du GDA (2008-2010)**

➤ **Fréquence de préparation d'un budget prévisionnel**

Le budget prévisionnel doit être préparé annuellement en collaboration avec le CRDA (source DG/GREE, 2007). Selon les gestionnaires du GDA, aucun budget prévisionnel n'a été dressé depuis la création du GDA.



### ➤ Montant de l'endettement du GDA au CRDA

L'endettement du GDA au CRDA est représenté en deux courbes, dans la figure 3.20. La première courbe représente l'endettement évalué par le CRDA, tandis que la deuxième représente l'endettement selon le GDA. Ces dettes incluent aussi des dettes du CRDA qui étaient héritées par le GDA lors du transfert de gestion. Mais le décalage présent dans la figure, réside du fait que le GDA refuse d'admettre le volume d'eau relevé par le CRDA (à partir du débitmètre du SECADENORD), et considère que le CRDA doit considérer un taux de perte plus élevé.

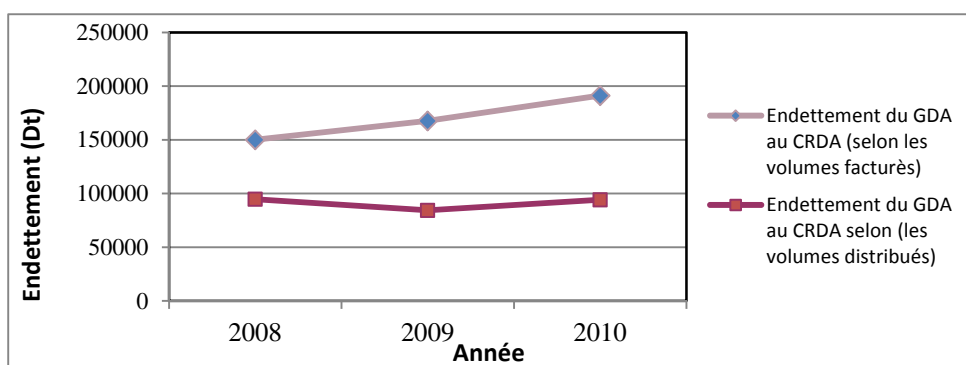


Figure 3.20. Evolution de l'endettement du GDA au CRDA

### ➤ Profit de la vente de l'eau par le GDA

La gestion du périmètre a été confiée au GDA depuis l'année 2009. Sa part de la vente de 1 m<sup>3</sup> d'eau a été fixée à 30 millimes. Ce profit n'a pas évolué depuis la création du GDA depuis l'année 2009.

## ***Chapitre II: Discussion et synthèse***

---

### **I.1. Retour sur la démarche méthodologique**

#### **I.1.1. Sondage d'opinion**

La mesure de la satisfaction des agriculteurs des performances du périmètre irrigué constitue la finalité des enquêtes d'opinion réalisées. Ainsi on a cherché à produire des index de satisfaction qui représentent numériquement le niveau de satisfaction des usagers. L'échelle de Likert de 3 points est une méthode largement utilisée pour ce type de travail, mais on a choisi d'utiliser une échelle de 14 points (de -7 à +7), qui a l'avantage de mesurer la force des attitudes positives ou négatives de l'agriculteur à l'égard des différents indicateurs de performance du périmètre. En effet, l'utilisation d'une échelle de plus de point a donné plus de sensibilité envers le degré de satisfaction de l'agriculteur. Exemple: Les agriculteurs n'étaient satisfaits ni de la qualité de l'eau du réseau, ni de la tarification de l'eau, l'utilisation de cette échelle, a montré qu'ils sont plus satisfaits de la qualité de l'eau du réseau que de la tarification d'eau.

La neutralité de l'enquêteur semble une condition nécessaire dans ce travail. Ceci nous a incité à formuler des statuts claires, mais ça n'empêchent qu'il y a eu des statuts non compris par les agriculteurs à cause de leur formulation ou à cause de l'introduction de notions non familiers aux enquêtés.

L'inconvénient dans ce sondage, est que le questionnaire était long, avec un nombre d'indicateurs importants et une procédure de traitement de données lourde, ce qui est différent de la méthodologie d'Abernethy qui incite sur l'utilisation d'un nombre limité de statuts. Mais diminuer le nombre de statuts, se réfère à choisir les thèmes les plus importants selon notre point de vue et non pas celui de l'agriculteur, c'est pourquoi on a choisi d'éviter le jugement en augmentant le nombre de statuts. Afin de déterminer l'importance du problème pour chaque agriculteur, on a demandé aux enquêtés de classer les 25 statuts relatifs aux indicateurs intégrateurs. Mais la plupart ont précisé l'importance des trois ou quatre problèmes de chacun des thèmes: qualité du service de l'eau, performances des exploitations agricoles et la qualité du processus interne du GDA. La plupart ont donné le même rang d'importance pour le reste des statuts qu'ils ne considèrent pas comme un problème personnel. Ainsi, on recommande de demander aux agriculteurs d'exprimer leurs opinions sur les trois problèmes les plus importants pour chaque thème.

#### **I.1.2. Utilisation des indicateurs quantitatifs**

La complexité de la situation du périmètre irrigué de Ras Djebel a imposé l'utilisation d'un nombre élevé d'indicateurs, ce qui nécessite un long processus de collecte de données. Il était nécessaire de sélectionner les indicateurs les plus pertinents et d'éviter d'utiliser des indicateurs qui reposent sur des méthodes de mesure sur terrain ou dont les données sont indisponibles. La nécessité de comparer ces indicateurs à des seuils ou des références a compliqué le travail. On a affronté plusieurs difficultés dans la collecte de données auprès des administrations, et parfois les données ne sont pas renseignées directement (tel que les données relatifs à la maintenance), ce qui met en question leur fiabilité, dans d'autres cas

l'absence de l'information à cause du manque de suivi de l'un des paramètres, a rendu cette tâche difficile, et nous a obligés à éliminer plusieurs indicateurs.

## **I.2. Synthèse de la situation du périmètre de Ras Djebel**

### **Eau d'irrigation souterraine vs. Eau du réseau collectif d'irrigation**

L'état a opté à l'aménagement du périmètre irrigué de Ras Djebel dans l'objectif de le sauvegarder et conserver la nappe d'eau qui a été fortement sollicitée. Mais à cause du problème de morcellement du périmètre, et vu que le but de l'état a été d'assurer une source d'eau complémentaire, qui couvre seulement 40% des besoins en eau du périmètre, il y a eu création du système de borne foyer. Mais la dégradation avancée de la qualité de l'eau de la nappe, a mis plus de pression sur le réseau collectif et a mis en cause l'utilisation d'un tel système. En effet, excepté deux secteurs (secteur 8 et une partie du secteur 6) qui bénéficient encore d'une bonne qualité de l'eau de puits, la plupart des agriculteurs irriguent principalement du réseau collectif.

Les problèmes générés par l'utilisation des bornes communes, n'est pas nécessairement une question de pénurie d'eau, mais c'est plutôt du à la modalité de gestion de ces bornes: l'administration a confié la gestion des bornes foyer aux agriculteurs qui, dépendants l'un des autres pour le choix de moment d'irrigation, sont obligés de s'organiser et de coopérer (irrigation durant la nuit, contrôle des consommations d'eau), ce qui n'a pas été le cas pour tous les usagers.

La qualité de l'eau souterraine a commencé à s'améliorer, ainsi le nombre de puits exploités a commencé d'augmenter de nouveau, plusieurs procèdent à une utilisation conjuguée de l'eau de puits et de l'eau de la nappe, afin de réduire leurs charges d'eau, d'autres irriguent principalement des puits. Ceci a engendré une situation instable du GDA, vu la diminution de l'adhésion des agriculteurs, d'où l'instabilité des recettes de vente d'eau.

La qualité de l'eau du réseau collectif peut être améliorée en renforçant la maintenance préventive du périmètre (nettoyage et dévasement des conduites, installation de filtres), qui est absente dans le périmètre.

### **Prix d'eau**

Le prix d'eau est identifié comme l'un des problèmes principaux du périmètre. Les agriculteurs considèrent que la charge d'eau est la plus élevée, alors qu'en réalité la charge de main d'œuvre et des intrants soit plus élevée. Parmi les raisons de la contestation contre le tarif d'eau, c'est l'absence de transparence de la part de l'administration au niveau de la facturation de l'eau, les irrigants considèrent que le prix est imposé et insistent sur la nécessité de comprendre comment on a estimé ce prix pour la région de Ras Djebel.

### **Charges des intrants et commercialisation des produits**

La plupart des agriculteurs sont des petits exploitants, incapables d'assurer le transport des produits au marché, ainsi la plupart ont recours aux intermédiaires. Ces derniers sont considérés parmi les raisons principales de l'augmentation des charges des intrants. La facilité de commercialisation a été liée dernièrement à la stabilité du pays après la révolution,

plusieurs grèves dans les marchés centraux ont causé des dégâts aux agriculteurs, les agriculteurs considèrent aussi qu'ils n'ont pas bénéficié de la hausse des prix des produits agricoles, puisqu'ils vendent toujours avec le même prix.

### **GDA vs. CRDA**

La relation entre le GDA et le CRDA est marquée par le manque de coopération. Le CRDA considère que le GDA n'a pas réussi à gérer le périmètre, tandis que le GDA le considère comme un intermédiaire coûteux (sa part de la vente d'eau est de 68 millimes) et il propose d'acheter l'eau directement de SECADENORD. Plusieurs problèmes dans le périmètre proviennent de l'incapacité du GDA à appliquer des pénalisations, en cas de vols d'eau ou de négligence de paiement des redevances, ce qui n'était pas le cas du CRDA qui a été plus stricte. Cependant, le GDA a exprimé une volonté pour évoluer d'une structure de revendeur d'eau à une structure de développement.

### **GDA vs. Agriculteurs**

La relation entre les agriculteurs et le GDA se limite au paiement de redevance, en effet plusieurs usagers considèrent que le GDA est un intermédiaire qui a augmenté la charge d'eau. Ils mettent en cause sa capacité à résoudre les problèmes du périmètre, ce qu'un agriculteur a exprimé: "on n'a pas de problèmes avec les gestionnaires du GDA et ses ouvriers, mais nos problèmes dépassent de loin sa capacité, on espère une intervention de l'état qui peut effectuer une vraie différence".

La sensibilisation et la vulgarisation des agriculteurs, ainsi que la transparence de la part du GDA et du CRDA sont nécessaires afin d'améliorer la gestion de ce système. La transparence vis-à-vis la tarification d'eau, la sensibilisation des règles et des lois d'exploitation du réseau (l'importance de lire au moins le contrat d'abonnement à l'eau du réseau), la transparence vis-à-vis le profit de l'eau tiré par le GDA et le CRDA sont primordiales.

## ***Conclusion générale***

---

Cette étude porte sur l'évaluation des performances d'un système irrigué. Elle s'inscrit dans le cadre du projet PAP-AGIR (Programme d'Actions-Pilotes en Appui aux GDA irrigation), qui a pour objectif de développer, tester et évaluer des approches innovantes en matière d'appui au GDA. Elle a été réalisée sur le périmètre irrigué de Ras Djebel, connu comme un ancien périmètre qui a été irrigué principalement à partir des ressources en eau souterraine, et dont les agriculteurs disposent d'une bonne maîtrise de la gestion d'eau.

Notre approche s'est basée sur l'introduction de l'agriculteur en tant qu'un élément clé pour la compréhension des facteurs qui limitent les performances du périmètre. La première partie a concerné la description et la compréhension du fonctionnement du système. Les principales conclusions tirées de cette partie sont les suivantes:

- Le morcellement accru des parcelles menace la durabilité de ce système, et a obligé les agriculteurs à irriguer à partir des bornes foyers. En effet, le système d'irrigation est à la demande qui fonctionne 24h/24h, mais à cause du morcellement du périmètre, les agriculteurs sont obligés d'irriguer à partir de bornes communes en moyenne entre 5 à 6 agriculteurs. L'irrigation au niveau de ces bornes est organisée en tour d'eau géré par les agriculteurs.
- Le SECADENORD assure l'approvisionnement du système d'irrigation de Ras Djebel de 2 Mm<sup>3</sup>/an, alors que le reste de besoin estimé de 7.6 Mm<sup>3</sup>/an, doit être satisfait à partir l'apport de la pluviométrie et du pompage des eaux souterraines. Mais la nappe fortement sollicitée pour l'irrigation est surexploitée. En effet, elle est caractérisée en l'année 2010 par un taux d'exploitation de 126% et d'une salinité entre 2 et 4 g/l.
- Il y a un décalage de comptage entre les volumes relevés par le GDA et les volumes facturés par le CRDA au GDA, qui est du à l'utilisation de système de mesure précises par le CRDA, qui sont les débitmètres, alors que le GDA utilise des compteurs mécaniques et a recours au comptage par estimation en cas d'absence ou de dysfonctionnement du système. Il y a aussi un décalage de comptage entre les volumes relevés par le GDA et les volumes d'eau relevés par les agriculteurs dans le cas d'usage de borne foyer.

La deuxième partie est consacrée à une identification exhaustive des contraintes rencontrées dans le périmètre, à travers l'interprétation des entretiens semi directifs réalisés en considérant différents points de vues: le GDA, le CRDA, mais en se concentrant sur le point de vue des agriculteurs. Il s'agit d'identifier les facteurs de dysfonctionnement et les déterminants de la performance des systèmes irrigués à travers une analyse critique du discours des agriculteurs. Les principales contraintes déterminées dans cette partie sont:

- La difficulté de gestion des bornes foyers et du comptage de l'eau.
- La mauvaise qualité de l'eau du réseau d'irrigation et la salinité élevée de l'eau de la nappe souterraine.
- La faible maintenance du réseau collectif d'irrigation.
- Le prix d'eau élevé et les charges élevées des intrants, ainsi que la difficulté de commercialisation.

La troisième partie est consacrée à la mise en œuvre d'un système d'évaluation des performances qui peut mettre en évidence les problèmes du périmètre et qui vise à identifier les causes afin d'orienter le choix des actions. Alors que dans la quatrième partie, on a présenté les résultats du sondage d'opinion effectué auprès de 120 agriculteurs, qui vise à tester le niveau de satisfaction des agriculteurs, et à déterminer l'importance de chaque problème pour lui. Ce sondage inclue aussi un questionnaire sur les causes élémentaires qui explique le dysfonctionnement du système. On a renseigné indépendamment les différents niveaux d'indicateurs afin d'éviter les problèmes d'agrégation. En dernière partie on a effectué un suivi des indicateurs élémentaires en utilisant une approche quantitative, basée sur des données collectées auprès des administrations agricoles.

Les principales conclusions tirées du sondage d'opinion sont les suivantes:

- L'insatisfaction des agriculteurs de la qualité du service de l'eau est due principalement à leur insatisfaction de la qualité de l'eau du réseau d'irrigation.
- Les agriculteurs des secteurs 4, 6, 8 et 9 sont les moins satisfaits de la qualité du service de l'eau dans le périmètre. Ces secteurs sont des secteurs caractérisés par un relief élevé, et à part une partie du secteur 6 et le secteur 8, ils ne bénéficient pas des ressources en eau souterraines et leurs usagers sont plus dépendants de l'irrigation à partir du réseau d'irrigation collectif. Ceci met l'accent sur l'impact des interventions au niveau des structures régulatrices de la pression et de débit, à cause de l'enlèvement des limiteurs de pression dans le réseau, les secteurs les moins favorisés situés à l'aval du système ou caractérisés par des reliefs élevés ont la pression d'eau la plus faible, d'où l'insatisfaction des usagers d'eau dans ces zones.

L'utilisation des entretiens semi - directifs a montré le potentiel d'une analyse fondée sur le discours des agriculteurs à identifier les contraintes du périmètre, qui concernent en particulier la maintenance et l'exploitation du réseau. Ce potentiel a apparait aussi à travers le sondage d'opinion réalisé, il a permis d'identifier les facteurs qui influencent la satisfaction des usagers à savoir le secteur d'irrigation, l'utilisation de borne individuelle et le nombre d'usagers de bornes foyer. Il a permis aussi d'identifier les problèmes les plus importants chez les agriculteurs. En effet ils sont concernés le plus par le prix de l'eau et les charges de l'exploitation.

Le suivi de la qualité du processus interne du GDA, à travers ces indicateurs quantitatifs a montré un faible taux de recouvrement (41% en 2010), et un taux d'adhésion au GDA qui en régression (il a passé de 38% en 2009 à 22 en 2011). Ce qui montre la réticence des exploitants envers le paiement, mettant en question l'efficacité des GDA. Selon les données relatives à la maintenance du réseau, le nombre de casses est faible, ce qui montre que le faible taux d'efficacité du réseau ne sont pas dues essentiellement à des pertes physiques, il d'agit plutôt de pertes commerciales.

L'utilisation de cette approche a montré la pertinence des opinions fournies par les agriculteurs, dont les déclarations ont permis d'identifier les contraintes et les problèmes de gestion du périmètre, ce qui permet de mettre en évidence les plans d'action possibles, et d'identifier aussi les actions prioritaires. Néanmoins, il y a eu des problèmes de compréhension de quelques énoncés ou questions, qu'il faut reformuler.

## ***Références Bibliographiques***

Abernethy, C. L., K. Jinapala et I. W. Makin (2001): Assessing the opinions of users of water projects. *Revue Irrigation and Drainage* 50: p 173-193.

AL Atiri, R. (2004): Les efforts de modernisation de l'agriculture irriguée en Tunisie. Acte du séminaire "La modernisation de l'agriculture irriguée". Projet INCO-Wademed. Rabat, Maroc.

Al Atiri, R. (2005): Analyse des politiques hydrauliques: Cas de la Tunisie. Actes du séminaire euro-méditerranéen "Les instruments économiques et la modernisation des périmètres irrigués". Sousse, Tunisie.

Al Atiri, R. (2006): Evolution institutionnelle et réglementaire de la gestion de l'eau en Tunisie: Vers une participation accrue des usagers de l'eau. In: Bouarfa. S, Kupper. M et Debbarh. A (éditeurs scientifiques). Actes du séminaire: L'avenir de l'agriculture irriguée en Méditerranée. Nouveaux arrangements institutionnels pour une gestion de la demande en eau. Projet INCO-Wademed. Montpellier, France.

El- Awad,O.M. (1991): Multicriterion Approach to the evaluation of irrigation systems performance. Thèse de Doctorat de l'université de NEWCASTLE upon TYNE.

Banque Africaine de Développement (1995): Projet d'aménagement hydro-agricole de Ras Djbel-Galaat Andlous, rapport d'achèvement:319-335.

Barreteau, O. (1998): Un système Multi-Agent pour explorer la viabilité des systèmes irrigués: dynamique des interactions et modes d'organisation. Thèse de Doctorat de l'Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts ENGREF, spécialité Sciences de l'eau: 263 p.

Bos, M.G. et J.Nugteren (1990): On irrigation efficiencies. International Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI): 120 p.

Bos, M.G. (1997): Performance indicators for irrigation and drainage. *Revue Irrigation and Drainage Systems* 11: p 119-137.

Bos, M. G., M. A. Burton et D. J. Molden (2005): Irrigation and Drainage Performance Assessment: Practical Guidelines, CABI Publishing.

Burt, C. (2007): Processus d'Evaluation Rapide (PER) et Etalonnage Comparatif (EC): Explications et Outils. World Bank. Institutions Window.

Burt, C.M., A.J. Clemmens, T.S. Strelkoff, K.H.Solomon, R.D.Bliesner, L.A.Hardy, T.A.Howell et D.E.Eisenhauer (1997): Irrigation Performance Measures: Efficiency and Uniformity. Biological Systems Engineering: Papers and publications. Université de Nebraska-Lincoln: 21 p.

Burton, M., Molden.D et J.Skutsch (2000): Benchmarking irrigation and drainage system performance: Position Paper. Rapport d'un atelier sur Performance Indicators and Benchmarking. FAO.Rome.Italie: 45 p.

Chambers, R. (1988): Managing Irrigation Canal Irrigation: Practical Analysis from South Asia. Cambridge University Press

Chaponnière, A., S.Marlet et A.Zairi (2011): Are farmer's opinions appropriate for performance evaluation of irrigation systems? Revue Irrigation and Drainage: 29p.

Centre Technique de Pomme de Terre (2008): Rendement final (T/ha) des parcelles pour différents saisons, durant l'année 2008.  
[http://www.ctpt.com.tn/index.php?option=com\\_content&view=article&id=95&Itemid=102](http://www.ctpt.com.tn/index.php?option=com_content&view=article&id=95&Itemid=102)

Clemmens ,A. J. et D.J.Molden (2007): Water uses and productivity of irrigation systems. Revue Irrigation Sciences 25: p 247-261.

CRDA Bizerte. (2007): Rapport annuel de l'activité de l'arrondissement de l'exploitation des périmètres irrigués du gouvernorat de Bizerte en 2007.

CRDA Bizerte. (2008): Rapport annuel de l'activité de l'arrondissement de l'exploitation des périmètres irrigué de Bizerte en 2008.

CRDA Bizerte. (2009): Rapport annuel de l'activité de l'arrondissement de l'exploitation des périmètres irrigués du gouvernorat de Bizerte en 2009.

CRDA Bizerte. (2010): Rapport annuel de l'activité de l'arrondissement de l'exploitation des périmètres irrigués du gouvernorat de Bizerte en 2010.

Dejen, Z.A., B.Schultz et L.Hayde (2011) : Irrigation performance in community-managed schemes: Assessment using comparative indicators and utility analysis. ICID 21st International Congress on Irrigation and Drainage, Tehrane, Irane.

DGRE. (1889-2004): Annuaire pluviométrique de la Tunisie.

DGRE. (1995): Annuaire de l'exploitation des nappes phréatiques en Tunisie. Rapport interne, Tunis, Tunisie.

DGRE. (1998): Préservation des ressources en eau de la nappe de Ras Djebel. Rapport interne, Tunis, Tunisie.

DGRE. (1999): Recharge des nappes dans le gouvernorat de Ras Djebel. Rapport interne, Tunis, Tunisie.

DGRE. (2000): Situation de l'exploitation des nappes phréatiques en Tunisie. Rapport interne, Tunis, Tunisie.

DGRE. (2005): Situation de l'exploitation des nappes phréatiques en Tunisie. Rapport interne, Tunis, Tunisie.



DGRE. (2007): Annuaire de la qualité des eaux souterraines en Tunisie. Rapport interne, Tunis, Tunisie.

DGRE. (2010): Annuaire de la qualité des eaux souterraines en Tunisie. Rapport interne, Tunis, Tunisie.

DG/GREE. (2007): Rapport de la situation des GDA/PPI 2007. Tunisie.

DG/GREE. (2009): Base de données Access. Suivi et évaluation des périmètres irrigués en Bizerte.

Facon, T. (2006): A rapid appraisal procedure to assess the performance of irrigation systems: lessons from a FAO regional irrigation modernization and management training programme in Asia: 20 p.

Ennabli, M. (1969): Etude hydrogéologique de la plaine de Ras Djebel. Rapport interne de la DGRE, Tunis, Tunisie, 134p.

FAO. (1990): The community's toolbox: The idea, methods and tools for participatory assessment, monitoring and evaluation in community forestry. Community forestry field manuel 2. <http://www.fao.org/docrep/x5307e/x5307e00.htm>

Fernandez, S. et A. Mouliérac (2010): Evaluation Economique de la gestion de la demande en eau au Méditerranée. Rapport d'étude, Plan Bleu: 44 p.

Ghazouani, W. (2009): De l'identification des contraintes environnementales à l'évaluation des performances agronomiques dans un système irrigué collectif: Cas de l'oasis de Fatnassa (Nefzaoua, sud tunisien). Thèse de Doctorat, Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (Agro Paris Tech):181 p.

Gosh, S., R.Singh et D.K.Kundu (2005): Evaluation of Irrigation-Service Utility from the Perspectives of Farmers. Revue Water Resources Management 19: p 467-482.

Gorantiwar, S.D. et I.K.Smout (2006): Model for performance based land area and water allocation within irrigation schemes. Revue Irrigation and Drainage Systems 20: p 345- 360.

Gosselink, P. et P .Strosser (1995): Participatory Rural Appraisal for Irrigation Management Research: Lessons from IWMI's experience. Document de travail n°38.Institut International de gestion d'eau (IWMI). Colombo, Sri Lanka.

Gowing, J., A.Tarimo et O.El-Awad (1996): A rational method for assessing irrigation performance at farm level with the aid of fuzzy set theory. Revue Irrigation and Drainage Systems 10: p 319-330.

Gemma Carr, Robert B. Potter et Stephen Nortcliff (2010): Water reuse for irrigation in Jordan: Perceptions of water quality among farmers. Revue Agricultural Water Management, ELSEVIER: p 153-168

Hamdane, A. (2002): Valeur économique des Eaux d'Irrigation, cas de la Tunisie. Forum sur la gestion de la demande en eau. Beyrouth, Liban.

Hamza M.H, Added. A, Francès. A, Redriguez. R, Ajmi.M et S. Abdeljouad (2008): Evaluation de la vulnérabilité à la pollution potentielle de la nappe côtière alluvionnaire de Metline-Ras Jebel-Raf Raf selon les méthodes paramétriques DRASTIC, SINTACS et SI. Revue des sciences de l'eau, vol n°21 : p 75-80.

HAR. (2010): Rapport de mise à jour de la carte de protection des terres agricoles de Bizerte. Tunisie.

Imache, A. (2008): Construction de la demande en eau agricole au niveau régional en intégrant le comportement des agriculteurs: Application aux exploitations agricoles collectives de la Mitijda-Ouest (Algérie). Thèse de Doctorat, Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (Agro Paris Tech): 276p.

Jensen, M.E. (2007): Beyond irrigation efficiency. Revue Irrigation sciences 25: p 233-245.  
Jinapala, K., RB. Senaka Arachchi, PG.Somaratne, G.Jayasinghe, IW.Makin (1998). Planning of watershed development projects using non-focused participatory methods: lessons from Mi Oya basin in Sri Lanka.National Conference on Water, November 1998, Colombo: p 1-15.

Jolly, G. (2002): La gestion sociale de l'eau. Les bases conceptuelles et méthodologiques, Tome 1. Centre National d'Etudes Agronomiques des Régions Chaudes: 45 p.

Kloezen, W.H. et C. Garcés-Restrepo (1998): Assessing irrigation performance with comparative indicators: The case of the Alto Rio Lerma Irrigation District, Mexico. Rapport de recherche 22. International Water Management Institute. Sri Lanka. Colombie: 47 p.

K. Vandersypen, B.Verbist, A.C.T.Keita, D.Raes et J-Y. Jamin (2008): Linking Performance and Collective Action—the Case of the Office du Niger Irrigation Scheme in Mali. Revue Springer, vol n°23: p 1-16.

Malano, H et M. Burton (2001): Guidelines for benchmarking performance of irrigation and drainage sector. International programme for technology and research in irrigation and drainage. IPTRID. FAO. Rome.

Maskey, R.K. et K.E.Weber (1996): Evaluating factors influencing farmers'satisfaction with their irrigation system: A case from the Hills of Nepal. Revue Irrigation and Drainage Systems 10: p 331-341.

Mathlouthi, M. (1995): Diagnostic du périmètre de Ras Jebel et modélisation du fonctionnement hydraulique des réseaux par aspersion. Mémoire de fin d'étude du cycle de spécialisation, spécialité Génie Rurale Eaux et Forêts, option irrigation, INAT, Tunis, Tunisie : 42-107.

Mishra, A., S.Ghosh, P.Nanda et A.Kumar (2011): Assessing the impact of rehabilitation and irrigation management transfer in minor irrigation projects in Orissa, India: A case study. Revue Irrigation and Drainage 60: p42-56.

Molden, D., R.Sakthivadivel, C.J.Perry, C. Fraiture et W.H.Kloezen (1998): Indicators for Comparing Performance of Irrigated Agricultural Systems. Rapport de recherche 20. International Water Management Institute. Sri Lanka. Colombie: 34 p.

Molden, D. (2004): Irrigation Performance and Impact Assessment. Extraits du Guidelines on Irrigation and Drainage Performance Assessment: 13 p.

Molle, F. et T.Ruf (1994): Eléments pour une approche systémique du fonctionnement des périmètres irrigués. Recherche-système en agriculture et développement rural, n°1: p 114-118.

Mouri, H. et S.Marlet (2007): De l'association d'intérêt collectif au groupement de développement agricole: le changement institutionnel et son impact sur le fonctionnement des périmètres publics irrigués tunisiens.

Myriam Maumy-BERTRAND (2008): Analyse de la variance à un facteur. Master Psychologie de Développement. IRMA, Université Louis Pasteur, Strasbourg, France.

Legoupil, J.C., S.M.Seck, B.Lidon et M.Wade (2000): 6<sup>ème</sup> Congrès International sur la micro-irrigation. Le Cap (Afrique du Sud). Association Française pour l'Etude des Irrigations et du Drainage (AFEID).

Renault, D. et R.Wahaj (2006): MASSCOT: a methodology to modernize irrigation services and operations in canal systems. Application to two systems in Nepal Terai: Sunsari Morang Irrigation System and Narayani Irrigation System. FAO. Rome.

Renault, D., T.Facon et R.Wahaj (2007): Modernizing irrigation management- the MASSCOT approach, Mapping System and Services for Canal Operation Techniques. FAO Irrigation and Drainage Paper 63. FAO. Rome.

Rao, P.S. (1993): Review of Selected Literature on Indicators of Irrigation Performance. International Irrigation Management Institute: 83 p.

Sam-Amoah, L.K et J.W.Gowing (2001): Assessing the performance of irrigation schemes with minimum data on water deliveries. Revue Irrigation and Drainage 50: p 31-39.

Sayari, N. et H. Rejeb (2009): Origine du paysage andalous dans le nord-ouest tunisien. Revue les cahiers de la Méditerranée n°79 : 319-335.

SCET TUNISIE. (1995): Rapport final de mission d'assistance technique à la mise en exploitation des périmètres irrigués de Ras Djebel, Aousja et Henchir Tobias, Tunis, Tunisie.

Svendsen, M. et L.E.Small (1990): Farmers perspective on irrigation performance. Revue Irrigation and Drainage Systems 4: p 385-402.

Zaki, M. et M. Djelassi (1979): Direction des Ressources en Eau et en Sol (D.R.E.S): Etude pédologique de Ras Djebel N°555.

Zekri, S. et A. Laajimi (2001): Etude de la compétitivité du sous-secteur agrumicole en Tunisie. In Laajimi A. (ed.), Arfa L. (ed). Le futur des échanges agro-alimentaires dans le bassin méditerranéen: Les enjeux de la mondialisation et les défis de la compétitivité = the

future of agro-food trade in the Mediterranean basin: Globalization and the challenges of competitiveness. Zaragoza: CHIHEAM-IAMZ, 2001. p.9-16.

Yakubov ,M. (2011): Assessing irrigation performance from the farmers' perspective: a qualitative study. Revue Irrigation and Drainage.

## **Annexes**

**Annexe 1 : Indicateurs de  
suivi des performances  
d'un système irrigué**

Tableau 3: Indicateurs de performance relative au système hydraulique

N° indicateur	Catégorie indicateur	Description	Information apportée	Données	Unité	Référence
I-1	Bilan d'eau					
I-1-1	Performance de livraison d'eau d'irrigation (WDP)	Le rapport de volume d'eau réel livrée sur le volume d'eau planifié.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permet au gestionnaire de déterminer à quel point le volume d'eau délivré correspond au volume d'eau planifié durant une période sélectionnée et pendant n'importe quelle localisation du système.</li> <li>-Montre l'effet joint de manque d'adéquation et de timeliness (Correspondance de livraison d'eau aux besoins de la culture) en terme de perte de cultures.</li> <li>- Indicateur d'équité , d'adéquation et de timeliness</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le débit réel (m3/s) et sa durée (h)</li> <li>- Le débit projeté (m3/s) et sa durée (h)</li> </ul>	Aucune	(Boss et al, 1997), (Boss et al, 2005), (Rao, 1993)
I-1-2	Apport d'eau annuel relatif (RWS)	Le rapport entre la quantité réelle fournie à l'irrigation et la demande en eau d'irrigation	C'est un indicateur qui mesure l'adéquation en eau Relie l'offre à la demande et donne quelques indications (comme la condition de l'abondance ou de la rareté de l'eau, comment l'offre et la demande sont appariés)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-<b>Qr</b> : L'eau réelle fournie à l'irrigation (m3/ nbre jours)</li> <li>-Pluies (mm),</li> <li>-L'apport de l'eau souterraine</li> </ul>	Aucune	(Boss, 1997), (Boss et al, 2005), (IPTRID, 2000), (DFID, 2005), (BM, 2002)* (Levine 1982), (Molden et al, 1998), (Kloezen et

						al, 1998)
<b>I-1-3</b>	<b>L'apport d'irrigation annuel relatif (RIS)</b>	Le rapport entre l'approvisionnement en irrigation et l'ET de terrain pendant les saisons de développement+eau du contrôle du sel-Pe)	Relie l'offre à la demande et donne quelques indications (comme la condition de l'abondance ou de la rareté de l'eau, comment l'offre et la demande sont appariés)  Indique à quel point la gestion s'ajuste à la contribution des pluies		Aucune	(BM, 2002), (Perry, 1996), (Molden et al, 1998)
<b>I-1-4</b>	<b>Apport annuel total d'eau pour l'irrigation par superficie irriguée</b>	Le rapport entre le volume total d'apport pour irrigation et la superficie totale annuelle de cultures irriguées	Cet indicateur varie selon la disponibilité de l'eau, l'intensité culturale, le climat, le type de sol, les conditions du SI, la gestion du système...		m3/ha	(Facon, 2006)
<b>I-1-5</b>	<b>Consommation moyenne par hectare irrigué</b>	Le rapport entre le volume d'eau distribué et la superficie physique irriguée			m3/ha/an	DG/GREE
<b>I-1-7</b>	<b>Volume d'eau produit</b>  <b>Volume d'eau distribué</b>				Mm3	DG/GREE
<b>I-1-7A</b>	Mesuré par compteurs				Mm3	DG/GREE
<b>I-1-7B</b>	Estimé				Mm3	



<b>I-1-7C</b>	Taux de comptage de la production d'eau				%	
<b>I-2</b>	<b>Efficienc e de livraison d'eau</b>					
<b>I-2-1</b>	<b>Efficienc e de transport d'eau (ec):</b>	Le rapport entre le volume d'eau délivré au SI et le volume d'eau pompé depuis la source	Quantifie le bilan d'eau des canaux principaux, latéraux, sub-latéraux, incluant les structures annexes du système irrigué.  Indicateur de la nécessité de maintenance des canaux, qui doit être mesuré sur de courtes périodes (semaines, mois) et longues périodes (an)	Vd : Volume d'eau réel délivré au SI -V2 : l'eau de non irrigation délivrée du système de transport -Vc : Le volume d'eau dévié ou pompé de la rivière ou du réservoir. -V1 : Des apports d'autres sources du système de transport	%	(Boss, 1997),( Boss et al, 2005) (Burt, 2007) (BM, 2002)
<b>I-2-3</b>	<b>Efficienc e de distribution d'eau (ed) :</b>	L'efficienc e de distribution d'eau par les canaux et les conduites approvisionnant l'eau depuis le réseau de transport jusqu'à le terrain	Quantifie le bilan d'eau au niveau du canal aval du système, à partir du système de transport jusqu'à le terrain	-Vf: Volume d'eau distribué au terrain -Vd : Volume d'eau réel délivré au système d'irrigation -V3 = 0 : on suppose que l'eau de la non-irrigation délivrée par le système de distribution est négligeable	%	(Bos et Nugteren, 1990),(Bos et al, 2005)

<b>I-2-4</b>	<b>Efficienc d'application d'eau à la parcelle(ea)</b>	Rapport entre le volume d'eau d'irrigation (Vm) nécessaire et disponible pour éviter le stress des cultures durant le cycle de développement (ETP-Pe) et le volume d'eau d'irrigation distribué au terrain pendant cette période( Vf)	L'efficience d'application indique à quel point le système satisfait un besoin déterminé	$V_m = ETP - P_e$ Vf: Volume d'eau distribué au terrain : Mesures d'humidité du sol	%	(Bos et al, 2005, Molden, 2004), (Burt et al, 1997), (IPTRID, 2000)
<b>I-2-5</b>	<b>Efficienc d'irrigation à la parcelle</b>	C'est : Eau d'irrigation utilisée par ET et les pratiques spéciales/eau d'irrigation appliquée à la parcelle	Estimer la recharge vers l'aquifère des infiltrations profondes de la parcelle	Eau: Eaux d'irrigation, l'eau de pluies n'est pas incluse, les pratiques spéciales: l'eau de lessivage des sels	%	(BM, 2002), (Burt, 2001)
<b>I-2-6</b>	<b>L'efficience de l'unité tertiaire (eu)</b>	C'est l'efficience combinée du système de distribution d'eau et le processus d'application d'eau. C'est l'efficience avec laquelle l'eau est distribuée et consommée au niveau de l'unité tertiaire (ET cultures-Pe+LR eau)/(Volume d'eau total livré aux usagers)*100	Cet indicateur exprime l'efficacité de l'utilisation de l'eau en aval du point où le contrôle de l'eau est dérivé de l'organisation d'approvisionnement en eau pour les agriculteurs.	$-V_m = ETP - P_e$ -Vd : Volume d'eau réel délivré au système d'irrigation -V3 = 0 : on suppose que l'eau de la non-irrigation délivrée par le système de distribution est négligeable	%	(Bos et Nugteren, 1990), (Bos, 1997).

<b>I-2-7</b>	<b>L'efficience globale ou de l'ensemble (eg)</b>	C'est l'efficience globale d'un projet d'irrigation : <b>eg = ec.ed.ea</b>	Il quantifie la fraction de l'évapotranspiration du bilan d'eau de la zone irriguée.	-Vc : Le volume d'eau dévié ou pompé de la rivière ou du réservoir. -V1 : Des apports d'autres sources du système de transport -Vm = ETP-Pe	%	(Bos et Nugteren, 1990).
<b>I-2-8</b>	<b>Efficience des réseaux d'irrigation</b>	Rapport: Volume d'eau distribué à la parcelle sur volume d'eau produit par la source	Déterminer si le taux de perte d'eau est acceptable ou non,			DG/GREE
<b>I-3</b>	<b>Superficies</b>					
<b>I-3-1</b>	Superficie physique des terres cultivées dans le PI	Nombre d'hectares réellement desservie par l'infrastructure de distribution			Ha	(IPTRID, 2000), (FAO, 2003), (Renault et al, 2006), (Burt,2007), (BM, 2002)
<b>I-3-2</b>	Superficie des cultures irriguées dans le PI	Superficie des terrains cultivés bénéficiant de l'irrigation y compris les assolements multiples			Ha	
<b>I-3-3</b>	Intensité des cultures dans le PI y compris la double culture	C'est le rapport: Surface physique des terres cultivées dans le PI/Superficie des cultures irriguées dans le PI			aucune	

<b>I-4</b>	<b>Sources externes d'eau dans le PI</b>					
<b>I-4-1</b>	Ressources en eau de surface de l'extérieur du PI				Mm3	(FAO, 2003), (Renault et al, 2006)
<b>I-5</b>	<b>Ressources en eau à l'intérieure de la zone du PI</b>					
<b>I-5-1</b>	Le volume d'eau souterraine pompé par les agriculteurs dans le PI				Mm3	(BM, 2002), (Burt, 2007)
<b>I-6</b>	<b>Besoin net du terrain en eau d'irrigation</b>					
<b>I-6-1</b>	Evapotranspiration des cultures irriguées dans le PI				Mm3	(IPTRID, 2000), (FAO, 2003), (Renault et al, 2006)
<b>I-6-2</b>	Besoins en eau d'irrigation net (ET-Pe+contrôle de salinité+pratiques spéciales)				Mm3	IPTRID, 2000), (Renault et al, 2006)
<b>I-7</b>	<b>Autres valeurs clés</b>					

<b>I-7-1</b>	<b>La capacité de livraison d'eau</b>	C'est la capacité du canal principal au point de dérivation	Donne une indication sur le degré auquel une infrastructure d'irrigation peut être contraignante à l'intensité des cultures en comparant la capacité de transport du canal à la consommation de pointe		Mm3/s	(IPTRID, 2000), (Renault et al, 2006), (Molden et al, 1998), (Kloezen et al, 1998)
<b>I-7-2</b>	Taux d'exploitation agricole du PI				%	DG/GREE
<b>I-8</b>	<b>La fiabilité de distribution de l'eau:</b>					
<b>I-8-1</b>	<b>Fiabilité de l'intervalle d'irrigation</b>	Rapport entre l'intervalle réel d'irrigation et l'intervalle prévu de livraison d'eau	IL s'agit du modèle de distribution de l'eau en fonction du temps (concerne le temps d'irrigation et le tour d'eau en comparaison avec le plan prévisionnel de distribution)			(Boss, 1997)
<b>I-8-2</b>	<b>Fiabilité/prévisibilité du débit (ou de pression)</b>					(Boss, 1997)
<b>I-9</b>	<b>Durabilité environnementale et drainage</b>					

<b>I-9-1</b>	Durabilité de l'irrigation Indice d'endommagement de la terre	(la surface réelle irriguée)/(la surface totale initiale irriguée) La superficie des terres endommagées/la superficie du potentiel crée	S'il ya une perte de S.irriguée, on cherche les causes, en général, la durabilité est affectée par les gestionnaires d'eau (sous/sur approvisionnement qui cause engorgement/salinité)			(Boss , 1997), (Facon, 2006)
<b>I-9-2</b>	La profondeur relative d'eau souterraine	Rapport entre la valeur réelle de profondeur de la nappe et la valeur critique de la profondeur	Drainage non efficace: salinité de Z.racinaire; Pompage sup. à la recharge: épuisement des ressources et augmentation du cout d'énergie			(Boss , 1997)
<b>I-9-3</b>	La salinité relative de l'eau souterraine	Rapport relatif de EC = (Valeur réelle de EC)/(Valeur critique de EC)	Détérioration de la qualité de l'eau de la nappe: lixiviation des sels, retour d'eau d'irrigation...			(Boss , 1997)
<b>I-10</b>	<b>Maintenance</b>		Montrer à quel point le gestionnaire est capable de contrôler l'eau			
<b>I-10-1</b>	Efficience de l'infrastructure	Rapport entre nombre de structures fonctionelles et nombre totla de structures	L'évaluation de la performance de maintenance du système en conditions opérationelles			(Boss, 1997),( Boss et al, 2005)

**Tableau 2: Indicateurs de performance relative à l'agriculture irriguée**

N° indicateur	Catégorie indicateur	Description	Information apportée	Données	Unité	Référence
<b>I-</b>	<b>Les indicateurs de superficie</b>					
<b>I- 1</b>	<b>Superficie utilisée</b>	La superficie réellement desservie divisée par la superficie desservie théorique (dans les plans)	Indicateur de production et d'efficience d'utilisation de la terre			(Boss et al, 2005)
<b>I-2</b>	<b>Performance de superficie irriguée</b>	La superficie réellement irriguée divisée par la superficie irriguée prévisionnelle				
<b>I- 3</b>	<b>Taux d'intensification</b>	C'est le taux d'intensification réel divisé par le taux d'intensification prévisionnel				(Boss et al, 2005)
<b>II-</b>	<b>Les indicateurs de production</b>					
<b>II-1</b>	<b>Rendement</b>	C'est la production agricole divisée par la superficie cultivée			kg/ha	(Boss et al, 2005)
<b>II-2</b>	<b>La valeur de la production annuelle totale</b>	C'est la valeur totale annuelle reçue par le producteur		Cet indicateur est déterminé dans les marchés locaux	kg	(IPTRID, 2001)

<b>II- 3</b>	<b>Rendement par unité de superficie irriguée</b>	C'est le rapport entre le rendement de la production agricole d'une superficie irriguée et la superficie totale irriguée	La sup. des terres irriguées réduites à cause de l'urbanisation et il ya une sup. limitée qui peut être irriguée, donc il faut augmenter le rdt des cultures/unité de sup par l'utilisation des techniques d'irrigation et de gestion modernes		Kg/ha	(Facon, 2006); (Boss et al, 2005)
<b>II- 4</b>	<b>Rendement par unité d'eau d'irrigation allouée</b>	C'est la production agricole de la superficie irriguée (kg/m3) divisée par la quantité d'eau totale allouée pour l'irrigation.	C' est une mesure essentielle de l'utilisation optimale de l'eau. C'est un indicateur qui mesure l'efficience de l'utilisation de l'eau afin d'obtenir un rendement maximal. Indicateur de production et d'efficience d'utilisation de l'eau			(Facon, 2006) (Boss mais se réfère à d'autres auteurs)
<b>II- 5</b>	<b>Intensité culturale</b>	Rapport entre la superficie totale cultivée durant une année/superficie totale du PI	Indicateur de production			(Boss et al, 2005)
<b>II- 6</b>	<b>Performance de production</b>	C'est le rapport entre la production totale et la production totale prévisionnelle				
<b>II-7</b>	<b>Performance de rendement cultural</b>	C'est le rapport entre le rendement réel et le rendement prévisionnel				



<b>II-8</b>	<b>Production par unité de superficie irriguée (DT/Ha): productivité de la terre</b>	C'est le rapport entre la valeur de la production annuelle totale et la superficie irriguée	C'est un indicateur qui permet à l'agriculteur de quantifier son gain et montre le changement de la productivité par superficie			(Kloezen, 1998), (Molden et al, 1998), (Boss et al, 1997), (IPTRID, 2001)
<b>II-9</b>	<b>Production par unité d'approvisionnement en eau (dt/m3): productivité de l'eau</b>	C'est la valeur de la production annuelle totale divisée par le débit d'eau distribué		Rendement cultural (kg/ha), prix du marché (Dt/kg), superficie des cultures (ha), débit approvisionné (m3/s)		(Kloezen,1998),(Mol den et al, 1998), (Boss et al, 2005), (IPTRID, 2001)

**Tableau 3: Indicateurs de performance économique**

N° indicateur	Catégorie indicateur	Description	Information apportée	Référence
I-	Viabilité financière du SI			
I-1	Viabilité financière totale	C'est le rapport entre les allocations financières réelles pour M&O (opération ou gestion et maintenance) et les besoins financiers pour l' O&M		(Boss et al, 2005)
I-2	Le rapport de O&M	C'est le cout de O&M divisé par le budegst total de l'association	Fct temps: Quantification de l'adéquation des fonds attribués à la maintenance. Fct espace: Quantification de la performance relative des unités de gestion	(Boss et al, 2005), (Boss, 1997)
I- 3	Autonomie financière	C'est le rapport entre les recettes de la vente d'eau (les revenus de l'irrigation) et les dépenses de l' O&M	Si les dépenses sur l'O&M sont élevés alors l'autonomie financière sera faible, mais si les agriculteurs payent leur consommation en eau, donc l'autonomie sera élevée. L'autonomie n'indique pas forcément que le système est durable: les dépenses sur l'O&M ne répondent pas aux besoins de la O&M	(Molden et al, 1998), (Kloezen et al, 1998), (Boss, 1997), (Boss et al, 2005), (Facon, 2006), (Burt et al, 2000)

<b>I-4</b>	<b>Taux de recouvrement (L'index de collecte de redevances)</b>	C'est le rapport entre les recettes réalisées et les recettes exigibles	C'est un indicateur du niveau d'acceptance de la livraison d'eau comme un service à l'utilisateur	(Boss, 1997), (Boss et al, 2005), (Burt et al, 2000)
<b>II-</b>	Rentabilité de l'agriculture irriguée			
<b>II-1</b>	<b>Rentabilité en relation avec la superficie</b>	C'est le rapport entre l'accroissement des bénéfices par unité de surface et les dépenses totales d'irrigation par unité de surface		
<b>II-2</b>	<b>Rentabilité en relation avec l'eau</b>	C'est l'accroissement des bénéfices par unité de volume d'eau divisé par les dépenses totales d'irrigation par unité de volume d'eau		
<b>II-3</b>	<b>Viabilité des investissements d'irrigation</b>	Le taux de rentabilité interne du projet Le revenu brut de l'investissement (Rb en %)	C'est un indicateur qui permet aux décideurs d'évaluer leur investissement et aux chercheurs de recommander un système dont la rentabilité est acceptable dans un environnement quelconque	(Molden et al, 1998), (Facon, 2006)
<b>III-</b>	<b>Autres indicateurs</b>			
<b>III-1</b>	<b>Coût relatif de l'eau</b>	C'est le rapport entre les charges de l'eau d'irrigation et les charges totales de la production		(Boss et al, 2005),
<b>III-2</b>	<b>Rapport de prix de vente</b>	Prix de vente par l'agriculteur/prix de vente dans le marché le plus proche		

**Annexe 2 : Indicateurs de suivi des performances des PPI par la DG/GREE**

**Tableau 1: Les indicateurs de l'exploitation technique des périmètres**

Données de l'exploitation technique	
Indicateur	Définition
S. irrigable (ha)	
S. physique irriguée (ha)	
Nbr. exploitants	
S. emblavure irriguée (ha)	
S. exploitée en sec (ha)	
Volume produit (m3)	
Volume d'eau distribué (m3)	
Taux de comptage du volume d'eau produit (%)	C'est le volume d'eau produit mesuré par les compteurs/Volume d'eau total produit (DG/GREE, 2007)
Taux de comptage du volume d'eau distribué (%)	C'est le volume d'eau distribué mesuré par les compteurs/ Volume d'eau total distribué (DG/GREE, 2007)
Indicateurs de l'exploitation technique	
Taux de l'exploitation (%)	
Taux d'utilisation (%)	
Taux d'intensification	
Cons/ha physique irriguée (m3/ha)	C'est le volume d'eau distribué/Superficie physique irriguée (DG/GREE, 2007)
Cons/ha emblavé (m3/ha)	C'est le volume d'eau distribué/Superficie cultivée
Taux des pertes d'eau (%)	$TP = [(V_p - V_d)/V_p] * 100 = 100 - (\text{efficacité du réseau})$
Causes de TP (taux de perte d'eau) élevées (>30%)	
Cause des canalisations	
Compteurs non fiables	
Vol d'eau	
Autre	
Etat de fonctionnement des compteurs. production	
Nbre. Compteurs fonctionnels	
Nbre. Compteurs en panne	
Nbre. Compteurs non installés	

Etat de fonctionnement des compteurs. distribution	
Nbre de compteurs fonctionnels	
Nbre de compteurs en panne	
Nbre de compteurs non installés	

Indicateurs/aspects techniques	
Suivi production	5
Suivi distribution	5
Pertes d'eau	5
Note/aspect technique	15

Tableau 2: Les indicateurs de l'exploitation financière des périmètres

Données de l'exploitation financière	
Indicateur	Définition
Volume d'eau distribué (m <sup>3</sup> )	
Prix /tarif (DT/m <sup>3</sup> )	
Recettes théoriques (DT)	
Recettes réalisées (DT)	
Taux de recouvrement des recettes (%)	
Contrat de gérance (oui/non)	
Créances (DT)	
Dépenses d'achat d'eau (DT)	
Dépenses d'énergie (DT)	
Dépenses de main d'œuvre (MO) (DT)	
Dépenses d'entretien (DT)	
Dépenses de gestion (DT)	
Dépenses totales (DT)	
Fonds d'entretiens annuels (DT)	
Frais d'exploitation et d'entretien (DT)	
Coût d'exploitation et d'entretien du m <sup>3</sup> d'eau (DT)	<p>Le % des composantes du coût/Coût m<sup>3</sup> d'eau, dans le PI de Ras Djebel :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût d'achat d'eau : 75.4%</li> <li>- Coût d'énergie : 0%</li> <li>- Coût M.O : 11.1%</li> <li>- Coût entretien : 5.3%</li> <li>- Coût de gestion : 8.2%</li> <li>- Coût divers : 0%</li> </ul>

Indicateurs/ aspects financiers	
Elaboration d'un budget	Préparé par les GIC en collaboration avec le CRDA selon ces considérations de façon à boucler le bilan à chaque exercice (Al Atiri, 2005)
Application du budget	
Prise en charge des frais entretiens	
Qualité du document comptable	
Pièces justificatives	
Couverture frais d'exploitation et entretien	
Note/aspect financier	

**Tableau 3: Les indicateurs de la performance administrative**

Données de l'exploitation financière	
Indicateur	Définition
Superficie irrigable (ha)	
Nbr. exploitants	
Nbr.adhérents	
% d'adhérents	
Nbr. D'exploitants avec CA	
Signature contrat gérance (oui/non)	
Respect CG (oui/non)	
Règlement interne (oui/non)	
Assemblée générale	
Local	
Directeur technique	
Nbr. membres CA	
CA élu	
Nbr. personnel rémunéré	
Nbr. Personnels inscrits CNSS	
% personnels inscrit CNSS	
Matricule fiscale	
Nbr. réunions CA	
Tenue registre PV (oui/non)	

Indicateurs/aspect administratif	
Adhésion bénéficiaires au GDA	
Application de contrat d'abonnement	
Signature contrat de gérance (CG)	
Respect contrat de gérance	
Adoption de règlement interne (RI)	
Tenue AG	
Tenue des réunions CA	
Tenue des registres des PV	
Tenue des listes de bénéficiaires	
Tenue de l'arrêté de création	
Performance des membres du CA	
Note/organisation administrative	



**Annexe 3: Calcul des  
besoins en eau théorique  
des cultures dans le  
périmètre irrigué de Ras  
Djebel**

## Calcul des besoins en eau théorique du PPI Ras Djebel

Mois	Culture	Janv.	Fév.	Mars	Av.	Mai	J.	J.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
<b>P moy (mm)</b>		87	69,7	48,7	47,8	20,7	8,5	1,8	5,8	28,8	61,8	82,4	93,3	556,3
<b>ET0 (mm/jour)</b>		1,5	1,4	2,2	3,0	3,9	5,1	5,9	5,3	3,9	2,6	1,7	1,1	37,6
<b>ET0 (mm)</b>		46,5	39,2	68,2	90,0	120,9	153	182,9	164,3	117	80,6	51	34,1	1147,7
<b>Pe (mm)</b>		74,9	61,9	44,9	44,1	20	8,3	1,8	5,8	27,5	55,7	71,5	79,3	495,7
<b>Déficit</b>		-28,4	-22,7	23,3	45,9	100,9	144,7	181,1	158,5	89,5	24,9	-20,5	-45,20	652,0
<b>Kc</b>	<b>Pomme de terre (saison)</b>		0,55	0,7	1,05	1,05	0,7							
	<b>Persil</b>	1	1	1							1,05	1,05	1,05	
	<b>Tomate</b>						0,5	0,75	1	0,9	0,6			
	<b>Arbo (agrumes)</b>	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	
	<b>Fourragères (maïs/sorgho)</b>					0,25	0,35	0,5	0,75	0,5				
<b>Ic= Si/S</b>	<b>Pomme de terre (saison)</b>		0,30	0,30	0,30	0,30	0,30							
	<b>Persil</b>	0,14	0,14	0,14							0,14	0,14	0,14	
	<b>Tomate</b>						0,06	0,06	0,06	0,06	0,06			
	<b>Arbo (agrumes)</b>	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	
	<b>Fourragères maïs/sorgho</b>					0,04	0,04	0,04	0,04	0,04				
<b>ETM (mm)</b>	<b>Pomme de terre (saison)</b>	0	21,5	47,7	94,5	126,9	107,1	0	0	0	0	0		397,8
	<b>Persil</b>	46,5	39,2	68,2	0	0	0	0	0	0	84,6	53,5	35,8	327,8
	<b>Tomate</b>	0	0	0	0	0	76,5	137,1	164,3	105	48,36	0	0	531,6
	<b>Arbore (agrumes)</b>	39,5	33,3	57,9	76,5	102,7	130	155,4	139,6	99,4	68,5	43,3	28,9	975,5
	<b>Fourragères (maïs/sorgho)</b>	0	0	0	0	30,2	53,5	91,4	123,2	58	0	0	0	356,9
<b>ETM moy</b>		86	94	173,9	171	260	367	384	427	263	201,5	96,9	64,7	2589,8
<b>Besoins nets Bn (mm)</b>	<b>Pomme de terre (saison)</b>	0	0	3	50	107	99	0	0	0	0	0	0	258,99

Etude des performances du PPI Ras Djebel

	<b>Persil</b>	0	0	23,3	0	0	0	0	0	0	28,9	0	0	52
	<b>Tomate</b>	0	0	0	0	0	68	135	159	78	0	0	0	440
	<b>Arbore (agrumes)</b>	0	0	13	32	83	122	154	134	72	12,8	0	0	623
	<b>Fourragères mais/sorgho</b>	0	0	0	0	10	45	90	117	31	0	0	0	294
<b>Bn/mois (mm)</b>		11,1	32	129	127	240	359	382	421,3	236	146	25	0	2109
<b>Bn (m3/ha)</b>	<b>Pomme de terre (saison)</b>	0	0	28	504	1069	988	0	0	0	0	0	0	2590
	<b>Persil</b>	0	0	233	0	0	0	0	0	0	289	0	0	522
	<b>Tomate</b>	0	0	0	0	0	682	1354	1585	778	0	0	0	4399
	<b>Arbo (agrumes)</b>	0	0	131	324	828	1217	1537	1338	719	128	0	0	6223
	<b>Fourragères mais/sorgho</b>	0	0	0	0	102	452	896	1174	310	0	0	0	2935

**Annexe 4: Méthodologie  
des entretiens semi-  
directifs**

## Entretiens semi-directifs

Les entretiens conduits dans le périmètre irrigué de Ras Djebel sont des entretiens individuels, d'une durée d'une heure. Une partie de ces entretiens a été conduite en accompagnant Mlle. Azza CHALLOUF, expert du projet PAP-AGIR.

### Les acteurs cibles:

- Des agriculteurs d'une diversité représentative;
- Des membres du conseil d'administration
- Le personnel technique du GDA (directeur techniques, aiguadiers, agent de maintenance)
- D'autres types d'adhérents au GDA (SMVDA)
- Des agents du CTV
- Des agents du CRDA (chef du périmètre irrigué de Ras Djebel, Chef des périmètres irrigués de Bizerte, responsable de la recharge de la nappe artificielles...)
- Les OPA locales (SMSA)

Un guide d'entretien adapté à chaque type d'acteur a été élaboré. L'idée n'est pas de remplir un questionnaire, mais de laisser l'interlocuteur s'exprimer librement, en commençant par un aperçu historique, tout en lui demandant, par la suite, des précisions sur certains points. On a chosité de représenter ci dessous le guide d'entretien avec les agriculteurs:

### Guide d'entretien avec les agriculteurs

- *GDA*
- *Date*
- *Nom de l'agriculteur*
- *Zone*
- *Téléphone*
  
- Aperçu historique sur l'exploitation agricole / situation actuelle de l'EA / impact de la révolution
  
- Ressources
  - ✓ Foncier (superficie, mode de faire valoir)
  - ✓ Niveau d'équipement (et notamment pour l'irrigation)
  - ✓ Main d'œuvre (familiale, salariée)
  - ✓ Infrastructures (forages ou puits, etc.)
  
- Systèmes de culture
  - ✓ Rotations pratiquées
  - ✓ Rendements

- Systèmes d'élevage
  - ✓ Différents ateliers
  - ✓ Effectifs
  - ✓ Conduite
- Approvisionnement en intrants et commercialisation des produits
- Accès au conseil technique
- Accès au crédit/ aux subventions (situation foncière)
- Irrigation :
  - ✓ Technique d'irrigation (localisée, par aspersion ou gravitaire)
  - ✓ Accès à l'eau du réseau : tour d'eau/à la demande, durée de la rotation, débit, pression, qualité...
  - ✓ Recours à l'eau souterraine : disponibilité, qualité
  - ✓ état du réseau, maintenance ...
  - ✓ exploitation (GDA, aiguadier ...)
  - ✓ acceptation, compréhension des règles
  - ✓ respect des règles
  - ✓ Règlement des redevances, dettes...
- Salinité, fertilité
- Adaptations aux problèmes de quantité ou de qualité de l'eau de surface / souterraine (superficie, type de culture, location terre, etc.)
- Evaluation des solutions localement proposées par l'administration (par ex., recharge de nappe)
- Solutions proposées face à l'éventuel problème de surexploitation de la nappe
- Projet d'exploitation individuel, ou éventuellement en groupe
- Relation avec le GDA / vision du GDA
  - ✓ A quoi sert le GDA
  - ✓ A qui appartient le GDA et qui décide
  - ✓ S'il va aux AG, si oui comment cela se passe, si non pourquoi
  - ✓ Les problèmes principaux dans le fonctionnement du GDA
  - ✓ Son « appropriation » du GDA
  - ✓ Les attentes de l'agriculteur par rapport au GDA
- Relation avec l'administration
- Implication dans l'organisation collective / adhésion à des OPA
- Appartenance à des groupes / existence de groupes d'intérêt commun
- Existence d'une typologie des producteurs

**Annexe 5: Les indicateurs  
élémentaires et les  
indicateurs binaires**

Les agriculteurs peuvent accéder à une eau de bonne qualité qui est distribué équitablement selon les besoins des cultures et les attentes des agriculteurs [IS]	La qualité des eaux du réseau d'irrigation est bonne et ne présente aucune contrainte pour les agriculteurs		[IS]
	La salinité des eaux du réseau d'irrigation vous permet d'irriguer les cultures de votre choix		[IS]
	Etes-vous confrontés à un problème de colmatage des compteurs ?	[O/N/-]	
	Etes-vous confrontés à des problèmes de colmatage des équipements d'irrigation ?	[O/N/-]	
	La qualité des eaux souterraine est bonne et ne présente aucune contrainte pour les agriculteurs		[IS]
	(le cas échéant) La salinité du puits auquel vous pouvez accéder vous permet d'irriguer les cultures de votre choix		[IS]
	(le cas échéant) La salinité du puits auquel vous pouvez accéder augmente-elle ?	[O/N/-]	
	(le cas échéant) La recharge de la nappe est utile pour améliorer la qualité et la disponibilité des eaux du puits auquel vous pouvez accéder		[IS]
	(le cas échéant) Vos prélèvements dans le puits auquel vous pouvez accéder augmentent-ils ?	[O/N/-]	
	(le cas échéant) La profondeur de la nappe dans le puits auquel vous pouvez accéder augmente-elle ?	[O/N/-]	
	Les quantités d'eau disponibles sont suffisantes pour satisfaire les besoins des agriculteurs (Adequacy)		[IS]
	Devez-vous limiter vos superficies irriguées en raison d'une disponibilité insuffisante en eau d'irrigation ?	[O/N/-]	
	Les eaux d'irrigation manquent-elles pour satisfaire vos besoins lorsqu'ils sont les plus élevés (besoin de pointe) ?	[O/N/-]	
	Les agriculteurs peuvent irriguer au moment où ils en ont besoin (Timeliness)		[IS]
	Le réseau d'irrigation est-il ouvert aux périodes où vous avez besoin d'irriguer ?	[O/N/-]	
	Le réseau d'irrigation est fonctionnel (problèmes de panne, de casses, ...) au moment où vous avez besoin d'irriguer		[IS]
	La fréquence des irrigations est-elle suffisante pour assurer de bonnes conditions de croissance des cultures ?	[O/N/-]	
	Les jours et les heures d'irrigation sont-ils adaptés à votre situation ? (Convenience)	[O/N/-]	



	Êtes-vous indépendant des autres agriculteurs pour choisir le moment de vos irrigations ?	[O/N/-]	
	Les conditions de livraison de l'eau d'irrigation peuvent être facilement maîtrisées par les irrigants? (Maniabilité - Tractability)		[IS]
	Le débit et la pression délivrés par le réseau sont-ils adaptés à vos besoins ?	[O/N/-]	
	Les conditions prévues de livraison d'eau sont stables et correspondent aux conditions prévues d'exploitation du réseau [IS] ( <i>predictability/reliability</i> )		[IS]
	Connaissez-vous les conditions prévues d'exploitation du réseau ?		[IS]
	Les volumes prévus sont-ils apportés ?	[O/N/-]	
	Le débit et la pression prévus sont-ils assurés ?	[O/N/-]	
	L'eau d'irrigation est distribuée équitablement entre les usagers du réseau d'irrigation		[IS]
	Avez-vous le sentiment d'être défavorisé en termes de volumes disponibles pour l'irrigation ?	[O/N/-]	
	Avez-vous le sentiment d'être défavorisé en termes de moment où vous pouvez irriguer ?	[O/N/-]	
	Avez-vous le sentiment d'être défavorisé en termes de pression et de débit desservis à la borne d'irrigation ?	[O/N/-]	
Les agriculteurs obtiennent de bonnes performances techniques et économiques [IS]	Sur le périmètre, les terres disponibles sont suffisantes et permettent aux agriculteurs d'atteindre leurs objectifs		[IS]
	La taille de votre exploitation sur le périmètre est-elle suffisante ?	[O/N/-]	
	Louez-vous des terres en dehors du périmètre ?	[O/N/-]	
	Envisagez-vous d'acquérir des terres supplémentaires ?	[O/N/-]	
	Envisagez-vous de louer des terres supplémentaires ?	[O/N/-]	
	Envisagez-vous de vous désengager de l'activité agricole car votre exploitation est trop petite ?	[O/N/-]	
	Les terres sont bien exploitées par les agriculteurs qui y cultivent les cultures de leur choix		[IS]
	Êtes-vous satisfait des cultures pratiquées sur votre exploitation ?	[O/N/-]	
	Envisagez-vous de faire évoluer vos cultures ?	[O/N/-]	
	Les terres sont bien valorisées par les agriculteurs qui atteignent des rendements élevés		[IS]

	Atteignez-vous les rendements visés pour votre culture principale ?	[O/N/-]	
	Atteignez-vous les rendements visés pour votre culture secondaire ?	[O/N/-]	
	Les terres sont de bonne qualité		[IS]
	Les problèmes de salinité des terres ont touché plusieurs exploitations à l'intérieur du périmètre irrigué		[IS]
	Ces problèmes de salinité empêchent-ils ces agriculteurs de cultiver certaines terres ou d'obtenir des rendements élevés ?		[IS]
	Etes-vous affectés par des problèmes de salinité des terres ?	[O/N/-]	
	Ces problèmes de salinité empêchent-ils de cultiver certaines terres ou d'obtenir des rendements élevés ?	[O/N/-]	
	Ces problèmes de salinité ont-ils progressé au cours des dernières années?	[O/N/-]	
	Etes-vous affectés par des problèmes de baisse de la fertilité des terres ?	[O/N/-]	
	Ces problèmes de baisse de la fertilité des terres empêchent-ils de cultiver certaines terres ou d'obtenir des rendements élevés ?	[O/N/-]	
	Ces problèmes de baisse de la fertilité des terres ont-ils progressé au cours des dernières années	[O/N/-]	
	Etes-vous affectés par des problèmes de maladies des cultures ?	[O/N/-]	
	Ces problèmes de maladie des cultures empêchent-ils de cultiver certaines terres ou d'obtenir des rendements élevés ?	[O/N/-]	
	Ces problèmes de maladie des cultures ont-ils progressé au cours des dernières années	[O/N/-]	
	Les charges des agriculteurs sont supportables		[IS]
	Le coût de l'eau est supportable		[IS]
	Le coût de la MO est supportable		[IS]
	Avez-vous facilement accès à de la MO de qualité	[O/N/-]	
	Le coût des intrants (engrais, semences, produits) est supportable		[IS]
	Le coût de location des parcelles est supportable?		[IS]
	Les agriculteurs peuvent facilement vendre leur production à un prix satisfait		[IS]
	Vendez-vous facilement votre production ?	[O/N/-]	
	Etes-vous satisfait des prix ?		[IS]
	Jugez-vous que le marché est bien organisé ?		[IS]

	Le recours aux intermédiaires facilite la vente de votre production	[O/N/-]	[IS]
	Les conditions économiques sont favorables et les revenus des agriculteurs s'améliorent		[IS]
	Etes-vous satisfait de vos revenus ?		[IS]
	Vos revenus s'améliorent-ils ?	[O/N/-]	
	Avez-vous facilement accès au crédit ?	[O/N/-]	
	Etes-vous endettés ?	[O/N/-]	
L'organisation collective des agriculteurs favorise une gestion efficace du périmètre irrigué [IS]	Le GDA fonctionne efficacement et répond aux attentes des agriculteurs		[IS]
	Considérez-vous que le GDA remplit ses obligations ?	[O/N/-]	
	Considérez-vous que le GDA représente bien les agriculteurs ?	[O/N/-]	
	Considérez-vous que le GDA était autonome vis à vis de l'administration et des autorités locales avant la révolution ?	[O/N/-]	
	Considérez-vous que le GDA est autonome vis à vis de l'administration et des autorités locales après la révolution ?	[O/N/-]	
	Considérez-vous que le transfert de la gestion de l'état vers le GDA est une bonne chose ?	[O/N/-]	
	Les agriculteurs participent au fonctionnement du GDA et à la prise de décision		[IS]
	Participez-vous au fonctionnement du GDA et à la prise de décision	[O/N/-]	
	Participez-vous aux réunions du GDA	[O/N/-]	
	Les autres agriculteurs s'impliquent dans le fonctionnement du GDA		[IS]
	Considérez-vous qu'il existe un bon esprit de coopération entre les agriculteurs ?	[O/N/-]	
	Les règles d'exploitation du réseau d'irrigation sont connues et acceptées et peuvent être réactualisé si nécessaire par les agriculteurs		[IS]
	Connaissez-vous les règles de gestion du réseau d'irrigation		[IS]
	Comprenez- vous toutes les règles de gestion du réseau d'irrigation		[IS]
	Vous considérez-vous comme pénalisé par les règles d'exploitation du réseau d'irrigation ?		[IS]
	Les règles d'exploitation du réseau d'irrigation sont respectées, sinon des pénalisations sont appliquées		[IS]
	Respectez-vous les règles d'exploitation du réseau d'irrigation ?		[IS]
	Les irrigants qui n'ont pas payé leur consommation sont-ils pénalisés ?	[O/N]	
	(si vous êtes installés sur une borne-foyer) Les règles de gestion de la borne foyer sont connues et acceptées et peuvent être réactualisé par les agriculteurs		[IS]
	Irriguez-vous la nuit si la borne-foyer est surchargée	[O/N]	
	Les agriculteurs qui ont une demande en eau élevée (grande		[IS]

	superficie; type de culture) ont-ils accès à l'eau et arrivent-ils à satisfaire leurs besoins		
	Les agriculteurs notent-ils leurs index de consommation dans un cahier commun?	[O/N]	
	Les agriculteurs participent-ils à la vérification des index de consommation afin de limiter les vols d'eau?	[O/N]	
	Les infrastructures hydrauliques sont en bon état et fonctionnent normalement		[IS]
	Connaissez-vous des fuites dans le réseau de distribution	[O/N]	
	Êtes-vous fréquemment affecté par des casses dans le réseau de distribution		[IS]
	Considérez-vous que le réseau devrait être réhabilité ?	[O/N/-]	
	La maintenance du périmètre irrigué est bien assurée par le GDA		[IS]
	Le GDA peut réaliser les travaux de maintenance et d'entretien par ses propres moyens		[IS]
	Un programme préventif de maintenance et d'entretien est réalisé et appliqué par le GDA		[IS]
	Participez-vous à la maintenance du périmètre ?	[O/N]	
	Êtes-vous pénalisés par le mauvais état des pistes		[IS]
	Le prix de l'eau est compris et accepté par les agriculteurs		[IS]
	Savez-vous comment le prix de l'eau est calculé ?	[O/N]	
	Connaissez-vous la tarification préférentielle?	[O/N]	
	(si vous cultivez les grandes cultures) Bénéficiez-vous de la tarification préférentielle?	[O/N]	
	Le comptage est fonctionnel et favorise une bonne gestion des eaux du réseau d'irrigation		[IS]
	Disposez-vous d'un compteur fonctionnel?	[O/N]	
	Les redevances sont payées rapidement par les agriculteurs		[IS]
	Êtes-vous endetté vis à vis du GDA ?	[O/N]	
	Le GDA est bien géré		[IS]

**Annexe 6: Sondage  
d'opinion (en arabe)**

### وضعية الفلاح الخاصة

- عمر المسؤول عن الارض
- عدد النشاط في الارض
- نشاط اخر
- أنثى ☐ - ذكر ☐

### الموقع

- قسم الري ☐

### إمكانية الحصول على المياه

- مجلب مياه مشترك (عدد المجلب، عدد المستعملين في المجلب)
- هل تمتلك بئر مجهز؟ ☐ العدد ☐
- هل تستطيع إستغلال بئر مجهز؟ ☐

### وضعية عقارية

- ملك؟ ☐ ، مستأجر؟ ☐ ، الحصة (الباي)؟ ☐
- مساحة الارض
- هل لديك وثيقة ملكية الارض؟ ☐

### المشاركة في العمل الجماعي

- المشاركة النشيطة في أشكالٍ أخرى من التنظيم الجماعي

### انواع أنظمة الإنتاج الرئيسة

- الزراعة الرئيسية؟
- مساحتها؟

- الزراعة الثانوية؟ مساحتها؟
- مساحة الزراعات العلفية ، حسب الفصل
- مساحة زراعات الخضار ، حسب الفصل
- مساحة الأشجار المثمرة

### تقنية الري

- الري بالغمر؟ ☐ (تقليدي) المساحة؟
- الري المحسن ☐ المساحة؟
- الري ☐ بالرش؟
- الري قطرة قطرة؟ ☐ المساحة؟

- 
- ☐ الفلاح قادر على التحصل على مياه ذات نوعية جيدة و موزعة بطريقة متساوية حسب حاجيات الزراعات و توقعاته
  - ☐ نوعية مياه شبكة الري جيدة و لا تمثل أي اشكال للفلاحين ، أهمية المشكل: ( )
  - ☐ ملوحة مياه شبكة الري تسمح لك بري أي زراعة تختارها
  - ☐ نوعية مياه المائدة المائية جيدة و لا تمثل أي اشكال للفلاحين ، أهمية المشكل: ( )
  - ☐ ملوحة مياه البئر الذي تستطيع استغلاله يسمح لك بري أي زراعة تختارها
  - ☐ تعبئة المائدة المائية تساهم في التحسين من نوعية و توفر مياه الابار
  - ☐ كميات المياه المتوفرة كافية لتلبية حاجيات الفلاحين ، أهمية المشكل: ( )

- ☐ الفلاحون قادرون على ري زراعاتهم في أي وقت يحتاجونه ، أهمية المشكل: ( )
- ☐ شبكة التزويد بالمياه تعمل بصورة صحيحة عندما تحتاج للري (تكسير، تعطل...)
- ☐ الفلاح قادر على التحكم في مواصفات عملية التزويد بمياه الري ، أهمية المشكل: ( )
- ☐ مواصفات التزويد بمياه الري ثابتة و منتظمة و تتطابق مع مواصفات إستغلال الشبكة المخطط لها , ، أهمية المشكل: ( )
- ☐ هل تعرف مختلف المواصفات (الشروط) المخطط لها لإستغلال شبكة الري؟
- ☐ مياه الري موزعة بطريقة عادلة بين مستعملي شبكة الري ، أهمية المشكل: ( )
- ☐ يتحصل الفلاحون على أداء تقني و إقتصادي جيد
- ☐ الاراضي المتوفرة في المنطقة السقوية كافية و تمكن الفلاحين من من تحقيق اهدافهم ، أهمية المشكل: ( )
- ☐ الاراضي مستغلة جيدا من طرف الفلاحين الذين ينتجون زراعات من اختيارهم ، أهمية المشكل: ( )
- ☐ الاراضي مثمرة جيدا من طرف الفلاحين الذين يحققون انتجا مرتفعا ، أهمية المشكل: ( )
- ☐ الاراضي ذات نوعية جيدة ، أهمية المشكل: ( )
- ☐ مشاكل ملوحة التربة أثرت على عديد الاراضي الفلاحية داخل المنطقة السقوية؟
- ☐ هل تمنع مشاكل ملوحة التربة الفلاحين من زراعة بعض الاراضي أو من الحصول على إنتاج مرتفع؟
- ☐ تكاليف الإنتاج لدى الفلاحين مقبولة ، أهمية المشكل: ( )
- ☐ هل تكلفة الماء مقبولة؟
- ☐ هل تكلفة اليد العاملة مقبولة؟



- ☐ هل تكلفة المواد الفلاحية (بذور، أدوية...) مقبولة؟
- ☐ هل تكلفة كراء الاراضي الفلاحية مقبولة؟
- ☐ **الفلاحون قادرون على بيع منتوجهم بسعر مقبول ومرضي، أهمية المشكل: ( )**
- ☐ هل أنت راضي عن أسعار البيع؟
- ☐ هل تعتقد أن السوق منظم جيدا؟
- ☐ هل توظيف الوسطاء يسهل لك بيع منتوجك؟
- ☐ **الظروف الإقتصادية ملائمة و مدخول الفلاحين في تحسن، أهمية المشكل: ( )**
- ☐ هل أنت راض عن مداخلك؟
- ☐ **التنظيم الجماعي للفلاحين يساهم في التصرف الناجع في المنطقة السقوية**
- ☐ **المجمع يعمل بكفاءة و يفي بتوقعات الفلاحين، أهمية المشكل: ( )**
- ☐ **الفلاحون يشاركون في عمل المجمع و إتخاذ القرارات، أهمية المشكل: ( )**
- ☐ هل تعتبر أن بقية الفلاحين يتدخلون و يشاركون في عمل المجمع؟
- ☐ **قوانين و قواعد إستغلال شبكة الري معروفة، مقبولة و يمكن تحديثها إذا لزم من قبل الفلاحين، أهمية المشكل: ( )**
- ☐ - هل تعرف مختلف قوانين إستغلال شبكة الري؟
- ☐ هل تفهم كل قوانين إستغلال شبكة الري؟
- ☐ هل تعتبر أن هذه القوانين تعرقل أو تعاقب الفلاح؟

☐ **قوانين إستغلال شبكة الري محترمة و يتم تطبيقها و كل من يخالفها يعاقب، أهمية المشكل: ( )**

☐ هل تحترم قوانين إستغلال شبكة الري؟

☐ مجلب مشترك للمياه: قوانين إستغلال المجلب المشترك للمياه معروفة و مطبقة و يمكن تحديثها من طرف الفلاحين

☐ هل يستطيع الفلاحة الذين يلزمهم كميات مرتفعة من المياه (مساحة كبيرة، زراعة متطلبة)، الحصول على الماء و إشباع حاجيات زراعاتهم؟

☐ **البنية التحتية للشبكة في حالة جيدة و تشتغل بشكل طبيعي، أهمية المشكل: ( )**

☐ هل أثر عليك التكسر في شبكة توزيع المياه، عدة مرات؟

☐ **يتكفل المجمع بصيانة المنطقة السقوية ، أهمية المشكل: ( )**

☐ يستطيع المجمع التكفل بصيانة المنطقة السقوية بجهوده الخاصة

☐ المجمع يطبق برنامج صيانة وقائية

☐ هل تؤثر عليك حالة المسالك الفلاحية ؟

☐ **سعر الماء مفهوم و مقبول من طرف الفلاحين، أهمية المشكل: ( )**

☐ نظام عد كميات الإستهلاك فعال و يوفر تصرف جيد في مياه الري

☐ **الفلاحون يسددون قيمة استهلاكهم بسرعة، أهمية المشكل: ( )**

☐ **هل المجمع يتم تسييره جيدا ؟ ، أهمية المشكل: ( )**

-----

☐ هل تواجه مشاكل إنسداد العدادات؟

☐ هل تواجه مشاكل إنسداد معدات الري؟

- ☐ هل ارتفعت ملوحة مياه البئر الذي تستطيع استغلاله؟
- ☐ هل ارتفع عمق مياه البئر الذي تستطيع استغلاله؟
- ☐ هل ارتفعت الكميات المسحوبة من البئر الذي تستطيع استغلاله؟
- ☐ هل أنت مضطر لتقليل المساحات السقوية بسبب نقص توفر كميات المياه اللازمة؟
- ☐ كميات المياه المتوفرة لا تستطيع تلبية حاجتك القصوى (في ساعات الذروة)؟
- ☐ هل شبكة التزويد بالمياه مفتوحة في الفترات التي تحتاج فيها إلى الري؟
- ☐ هل تداول فترات الري كافية لتوفير الظروف الملائمة لنمو الزراعات؟
- ☐ هل تتناسب أيام و ساعات الري مع وضعيتك؟
- ☐ هل أنت مستقل عن بقية الفلاحة لإختيار أوقات الري؟
- ☐ هل يتوافق تدفق مياه الشبكة مع حاجياتك؟
- ☐ هل يتوافق ضغط مياه الشبكة مع حاجياتك؟
- ☐ هل يتم إيصال كميات المياه المخطط لها؟
- ☐ هل يتم تأمين تدفق و ضغط المياه المخطط لهما؟
- ☐ هل تعتقد أنك تحظى بكميات أقل من مياه الري المتوفرة؟
- ☐ هل تعتقد أن أوقات الري التي تحظى بها أسوأ من الآخرين؟
- ☐ هل تعتقد أن الضغط و التدفق في مجلبك المائي أقل من الآخرين؟

- ☐ هل ترى أن مساحة أرضك كافية؟
- ☐ هل تستأجر أراضي خارج المنطقة السقوية؟
- ☐ هل تفكر في شراء أراضي إضافية؟
- ☐ هل تفكر في استئجار أراضي إضافية؟
- ☐ هل تفكر في التخلي عن نشاطك الفلاحي بسبب صغر مساحة أرضك؟
- ☐ هل أنت راضي عن الزراعات التي تمارسها؟
- ☐ هل تطمح إلى تطوير زراعاتك؟
- ☐ هل استطعت تحقيق الإنتاج الذي تهدف إليه بالنسبة لزراعتك الرئيسية؟
- ☐ هل تعاني من مشكلة ملوحة في التربة؟
- ☐ هل تمنعك مشكلة ملوحة التربة من زراعة بعض الاراضي أو من الحصول على إنتاج مرتفع؟
- ☐ هل ازدادت مشكلة ملوحة التربة خلال السنوات الاخيرة؟
- ☐ هل تعاني من مشكلة خصوبة في التربة؟
- ☐ هل تمنعك مشكلة خصوبة التربة من زراعة بعض الاراضي أو من الحصول على إنتاج مرتفع؟
- ☐ هل ازدادت مشكلة خصوبة التربة خلال السنوات الاخيرة؟
- ☐ هل تعاني من مشكلة الامراض التي تصيب الزراعات؟
- ☐ هل تمنعك مشكلة الامراض التي تصيب الزراعات من زراعة بعض الاراضي أو من الحصول على إنتاج مرتفع؟

- ☐ هل ازدادت مشكلة الامراض التي تصيب الزراعات خلال السنوات الاخيرة؟
- ☐ هل اليد العاملة متوفرة بسهولة؟
- ☐ هل اليد العاملة المتخصصة متوفرة بسهولة؟
- ☐ هل تباع بسهولة منتوجك؟
- ☐ هل مداخلك في تحسن؟
- ☐ هل أنت قادر على التحصل بسهولة على قروض؟
- ☐ هل لديك مديونية؟
- ☐ هل تعتبر أن المجمع يفي بالتزاماته؟
- ☐ هل تعتبر أن المجمع كان مستقلا إزاء الإدارة و السلطات المحلية قبل الثورة؟
- ☐ هل تعتبر أن المجمع مستقل إزاء الإدارة و السلطات المحلية بعد الثورة؟
- ☐ هل تعتبر أن إنتقال التصرف من الدولة إلى المجمع خطوة جيدة؟
- ☐ هل تساهم في عمل المجمع و إتخاذ القرارات؟
- ☐ هل تشارك في اجتماعات المجمع؟
- ☐ هل تعتقد أن هناك روح التعاون بين مختلف الفلاحين؟
- ☐ هل يعاقب الفلاحون الذين لم يدفعوا قيمة استهلاكهم؟
- ☐ هل تقوم بري زراعاتك في الليل إذا كان المجلب مستعملا من قبل الكثير من الفلاحين؟

☐ هل يقوم الفلاحة بتدوين مؤشرات استهلاكهم في كراس موحد؟

☐ هل يشترك الفلاحة في مراجعة مؤشرات استهلاكهم بهدف الحد من سرقة الماء؟

☐ هل هنا تسرب مياه من شبكة الري؟

☐ هل تعتقد أن الشبكة في حاجة إلى إعادة التهيئة؟

☐ هل تشارك في صيانة المنطقة السقوية؟

☐ هل تعلم كيفية احتساب سعر الماء؟

☐ هل تعلم ما هي التعريفية التفاضلية؟

☐ (بالنسبة للفلاح الذي يزرع العلف) هل تتمتع بالتسعيرة التفاضلية؟

☐ هل تمتلك عداد مياه فعال؟

☐ هل لديك مديونية للمجمع؟

**Annexe 7: Rang  
d'importance des  
indicateurs intégrateurs**

**Tableau 1: Rang d'importance et index de satisfaction relatif aux indicateurs intégrateurs**

<b>N° déclaration</b>	<b>Indicateur</b>	<b>Index de satisfaction</b>	<b>Rang d'importance</b>
12	Charges supportables	-4,999	1
22	Prix d'eau compris et accepté	-5,386	2
13	Facilité commercialisation	-2,103	3
4	Timeliness	1,618	4
1	Qualité. Eau_réseau	-0,233	5
14	Amélioration. Revenu	-4,198	6
19	Borne foyer: règles acceptées	-2,803	7
5	Tractability	2,567	8
6	Fiabilité	0,887	9
24	Payement redevances	-1,886	10
3	Adequacy	5,433	11
8	Disponibilité.terres	-0,128	12
20	Etat.infrastructures hydrauliques	0,072	13
17	Règles d'exploitation connues	0,323	14
11	Qualité.Terre	4,8	15
23	Comptage fonctionnel	3,355	16
21	Maintenance par le GDA	3,359	17
18	Règles d'exploitation respectées	2,861	18
2	Qualité de l'eau souterraine	4,094	19
7	Equity	3,139	20
9	Terres bien exploitées	5,615	21
15	Fonctionnement du GDA	1,888	22
10	Terres bien valorisées	5,76	23
25	Gestion du GDA	3,705	24
16	Participation des agriculteurs	-3,171	25



**Annexe 8: Présentation des  
85 indicateurs élémentaires  
relatives aux 25 indicateurs  
intégrateurs**

**Tableau 1 : Indicateurs élémentaires (index de satisfaction)**

Indicateur intégrateur	Indicateur élémentaire	IS
Qualité. Eau réseau (1)	La salinité des eaux du réseau d'irrigation vous permet d'irriguer les cultures de votre choix	+0.29
Qualité. Eau souterraine (2)	La salinité du puits auquel vous pouvez accéder vous permet d'irriguer les cultures de votre choix	-0.14
	La recharge de la nappe est-elle utile pour améliorer la qualité et la disponibilité des eaux du puits auquel vous pouvez accéder	+5.84
Timeliness (4)	Le réseau d'irrigation est-il fonctionnel (problèmes de panne, de casses, ...) au moment où vous avez besoin d'irriguer	+0.66
Fiabilité (6)	Les conditions prévues d'exploitation du réseau sont connues	-5.51
Qualité. Terres (11)	Les problèmes de salinité des terres ont touché plusieurs exploitations à l'intérieur du périmètre irrigué	-2.09
	Ces problèmes de salinité empêchent-ils ces agriculteurs de cultiver certaines terres ou d'obtenir des rendements élevés	-2.48
Charges (12)	Le coût de l'eau est supportable	-5.63
	Le coût de la MO est supportable	-5.42
	Avez-vous facilement accès à de la MO de qualité	-6.34
	Le coût des intrants (engrais, semences, produits) est supportable	-3.82
	Le coût de location des parcelles est supportable	-2.98
Commercialisation (13)	Le prix de vente est satisfaisant	-1.81
	Le marché est bien organisé	-1.92
	Le recours aux intermédiaires facilite la vente de votre production	-3.65
Revenu (14)	Vos revenus sont satisfaisants	-2.87
Participation.Agriculteurs (16)	Les autres agriculteurs s'impliquent dans le fonctionnement du GDA	+0.32
Connaissance des règles d'exploitation (17)	Vous connaissez les règles de gestion du réseau d'irrigation	+0.06
	Vous comprenez toutes les règles de gestion du réseau d'irrigation	-0.08
Respect. Règles (18)	Vous respectez les règles d'exploitation du réseau d'irrigation	+6.79
Règles. Borne foyer (19)	Les agriculteurs qui ont une demande en eau élevée ont accès à l'eau et arrivent à satisfaire leurs besoins	-0.76
Infrastructure (20)	Êtes-vous fréquemment affecté par des casses dans le réseau de distribution	-1.47
Maintenance. GDA (21)	Le GDA peut réaliser les travaux de maintenance et d'entretien par ses propres moyens	+2.91
	Un programme préventif de maintenance et d'entretien est réalisé et appliqué par le GDA	-1.47
	Vous êtes pénalisés par le mauvais état des pistes	-0.63

**Tableau 2: Indicateurs élémentaires (oui/non/-)**

<b>Indicateur intégrateur</b>	<b>Indicateur élémentaire</b>	<b>Binaire (sans réponse)</b>
Qualité de l'eau du réseau (1)	Etes-vous confrontés à un problème de colmatage des compteurs ?	38 % (4)
	Etes-vous confrontés à des problèmes de colmatage des équipements d'irrigation ?	44 % (14)
Qualité de l'eau souterraine (2)	La salinité du puits auquel vous pouvez accéder augmente-elle ?	40 % (0)
	Vos prélèvements dans le puits auquel vous pouvez accéder augmentent-ils ?	54 % (0)
	La profondeur de la nappe dans le puits auquel vous pouvez accéder augmente-elle ?	18 % (0)
Adequacy (3)	Devez-vous limiter vos superficies irriguées en raison d'une disponibilité insuffisante en eau d'irrigation ?	32 % (2)
	Les eaux d'irrigation manquent-elles pour satisfaire vos besoins lorsqu'ils sont les plus élevés (besoin de pointe) ?	34 % (1)
Timeliness (4)	Le réseau d'irrigation est-il ouvert aux périodes où vous avez besoin d'irriguer ?	49 % (1)
	La fréquence des irrigations est-elle suffisante pour assurer de bonnes conditions de croissance des cultures ?	81 % (2)
	Les jours et les heures d'irrigation sont-ils adaptés à votre situation ?	81 % (2)
	Êtes-vous indépendant des autres agriculteurs pour choisir le moment de vos irrigations ?	28 % (1)
Tractability (5)	Le débit délivré par le réseau est-il adapté à vos besoins ?	67 % (1)
	la pression délivrée par le réseau sont-ils adaptés à vos besoins ?	67 % (2)
Fiabilité (6)	Les volumes prévus sont-ils apportés ?	58 % (101)
	Le débit et la pression prévus sont-ils assurés ?	38 % (1)
Equity (7)	Avez-vous le sentiment d'être défavorisé en termes de volumes disponibles pour l'irrigation ?	10 % (1)
	Avez-vous le sentiment d'être défavorisé en termes de moment où vous pouvez irriguer ?	13 % (1)
	Avez-vous le sentiment d'être défavorisé en termes de pression et de débit desservis à la borne d'irrigation ?	33 % (1)
Disponibilité. Terres (8)	La taille de votre exploitation sur le périmètre est-elle suffisante ?	48 % (0)
	Louez-vous des terres en dehors du périmètre ?	14 % (1)
	Envisagez-vous d'acquérir des terres supplémentaires ?	8 % (1)
	Envisagez-vous de louer des terres supplémentaires ?	34 % (3)
	Envisagez-vous de vous désengager de l'activité agricole car votre exploitation est trop petite ?	13 % (11)
Exploitation. Terres (9)	Etes-vous satisfait des cultures pratiquées sur votre exploitation ?	75 % (4)
	Envisagez-vous de faire évoluer vos cultures ?	56% (0)

# Etude des performances du PPI Ras Djebel

Valorisation. Terres (10)	Atteignez-vous les rendements visés pour votre culture principale ?	44 % (96)
Qualité. Terres (11)	Etes-vous affectés par des problèmes de salinité des terres ?	24 % (2)
	Ces problèmes de salinité empêchent-ils de cultiver certaines terres ou d'obtenir des rendements élevés ?	22 % (1)
	Ces problèmes de salinité ont-ils progressé au cours des dernières années ?	19 % (50)
	Etes-vous affectés par des problèmes de baisse de la fertilité des terres ?	23 % (72)
	Ces problèmes de baisse de la fertilité des terres empêchent-ils de cultiver certaines terres ou d'obtenir des rendements élevés ?	21 % (53)
	Ces problèmes de baisse de la fertilité des terres ont-ils progressé au cours des dernières années ?	23 % (12)
	Etes-vous affectés par des problèmes de maladies des cultures ?	80 % (2)
	Ces problèmes de maladie des cultures empêchent-ils de cultiver certaines terres ou d'obtenir des rendements élevés ?	74 % (3)
	Ces problèmes de maladie des cultures ont-ils progressé au cours des dernières années ?	79 % (3)
Commercialisation (13)	Vendez-vous facilement votre production ?	30 % (2)
Revenu (14)	Vos revenus s'améliorent-ils ?	27 % (25)
	Avez-vous facilement accès au crédit ?	53 % (29)
	Etes-vous endettés ?	23 % (1)
Fonctionnement. GDA (15)	Considérez-vous que le GDA remplit ses obligations ?	25 % (96)
	Considérez-vous que le GDA représente bien les agriculteurs ?	43 % (2)
	Considérez-vous que le GDA était autonome vis à vis de l'administration et des autorités locales avant la révolution ?	73 % (1)
	Considérez-vous que le GDA est autonome vis à vis de l'administration et des autorités locales après la révolution ?	37 % (50)
	Considérez-vous que le transfert de la gestion de l'état vers le GDA est une bonne chose ?	65 % (72)
Participation. Agriculteurs (16)	Participez-vous au fonctionnement du GDA et à la prise de décision ?	64 % (53)
	Participez-vous aux réunions du GDA	5 % (2)
	Considérez-vous qu'il existe un bon esprit de coopération entre les agriculteurs ?	23 % (3)
Connaissance des règles d'exploitation (17)	Vous considérez-vous comme pénalisé par les règles d'exploitation du réseau d'irrigation ?	8 % (3)
Respect. Règles (18)	Les irrigants qui n'ont pas payé leur consommation sont-ils pénalisés ?	64 % (2)
Règles. Borne foyer (19)	Irriguez-vous la nuit si la borne-foyer est surchargée	56 % (25)
	Les agriculteurs notent-ils leurs index de consommation dans un cahier commun ?	66 % (29)
	Les agriculteurs participent-ils à la vérification des index de consommation afin de limiter les vols d'eau ?	57 % (29)

## Etude des performances du PPI Ras Djebel

Infrastructure (20)	Connaissez-vous des fuites dans le réseau de distribution	45 % (1)
	Considérez-vous que le réseau devrait être réhabilité ?	42 % (7)
Maintenance, GDA (21)	Participez-vous à la maintenance du périmètre ?	84 % (0)
Prix d'eau (22)	Savez-vous comment le prix de l'eau est calculé ?	11 % (0)
	Connaissez-vous la tarification préférentielle?	85 % (0)
	(si vous cultivez les grandes cultures) Bénéficiez-vous de la tarification préférentielle?	38 % (78)
Comptage d'eau (23)	Disposez-vous d'un compteur fonctionnel?	79 % (0)
Redevances (24)	Etes-vous endetté vis à vis du GDA ?	49 % (0)